Adalékanyagok geometriai tulajdonságai. Szemnagyság

Út- és hídépítési műszaki előírások és alkalmazási tapasztalataik

Magyar Közút Zrt.

Dr. Kausay Tibor

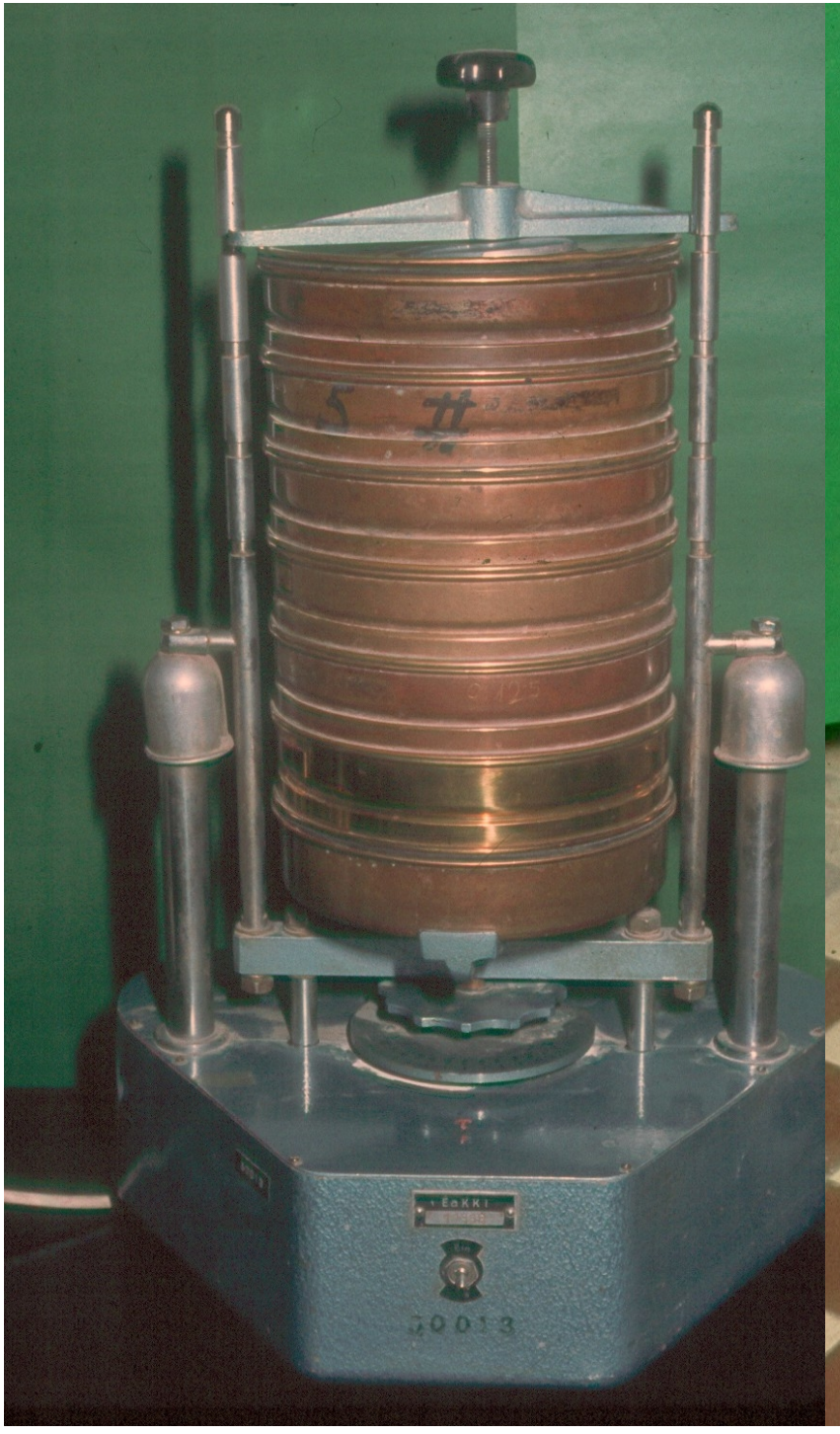
Budapest, 2011. november 23.

SZEMSZERKEZET

SZEMSZERKEZET FOGALOMKÖRE

FOGALOM	SZEM-NAGYSÁG	SZEMALAK	SZEM-ÉRDESSÉG
	esetén elvonatkoztatunk		
SZEM-NAGYSÁG		szem-nagyságtól	szem-nagyságtól
SZEMALAK	szemalaktól		szemalaktól
SZEM-ÉRDESSÉG	szem-érdességtől	szem-érdességtől	

SZEMNAGYSÁG, SZEMMEGOSZLÁS



DK 691.07

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

Beton és alapanyagainak vizsgálata

MNOSZ 934—49

1949.

Építési anyagok
G 13

MNOSZ 934-51 1.m.

E szabvány hatálya kiterjed a belföldön előállított, ill. forgalombahozott betonnak és alapanyagainak vizsgálatára.

Az adalékanyag szemszerkezet szerinti minősítésére használt finomsági szám (Abrams-féle modulus)

$$A = \frac{\Sigma b}{100}$$

ahol a b értékek a 0,147; 0,295; 0,59; 1,18; 2,37; 4,75; 9,52; 19,05; 38,1 és 76,2 mm-es szitákon fennmaradt adalékanyag mennyiségek az egész vizsgált anyag súlyszázalékában.
A b értékek a szemszerkezeti görbéből lemérésel is megállapíthatók.

Példa:

A szemszerkezet megállapításához 7 szita állt rendelkezésre, szitáltunk 5 kg adalékanyagot.

A grafikonról lemérjük az amerikai szitának megfelelő értékeket:

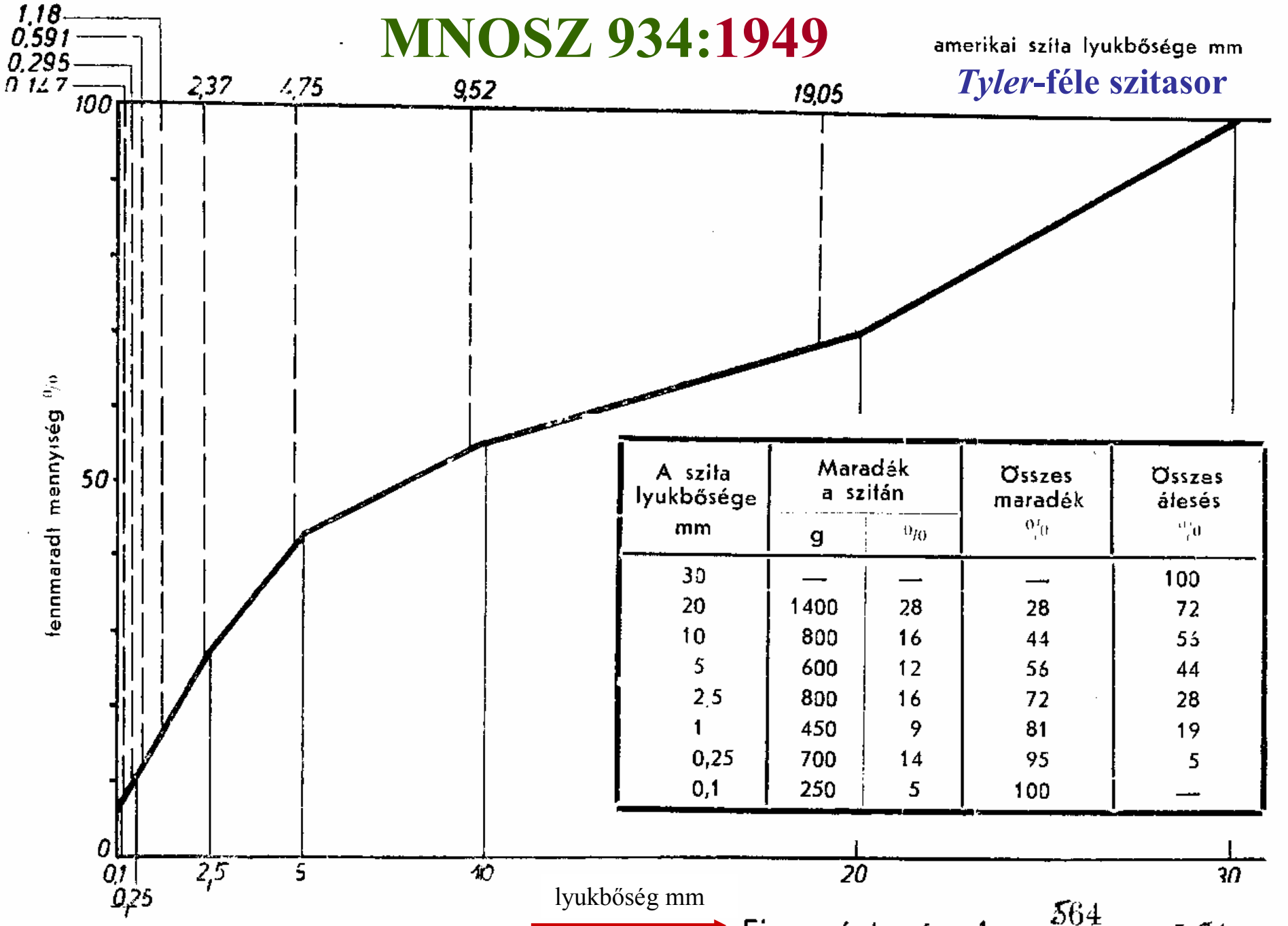
Tyler-féle szitasor

Lyukbőség mm	Áfesett %	Összes maradék %
76,2	100	0
38,1	100	0
19,05	70	30
9,52	55	45
4,75	42	58
2,37	26	74
1,18	17	83
0,591	12	88
0 295	8	92
0,147	6	94
	Összesen	564

MNOSZ 934:1949

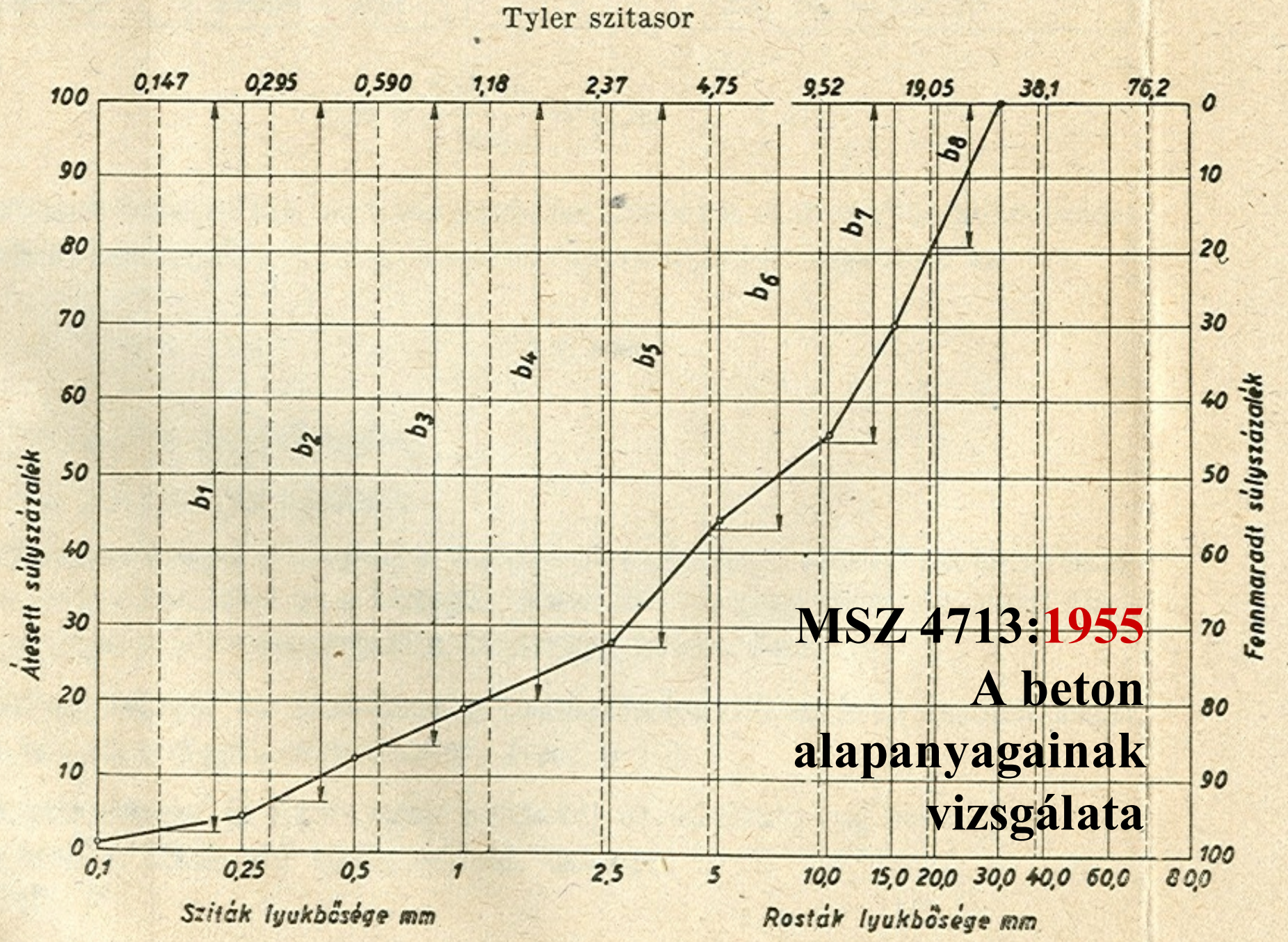
amerikai szíta lyukbősége mm

Tyler-féle szitasor



A szíta lyukbősége mm	Maradék a szitán		Összes maradék %	Összes áteresés %
	g	%		
30	—	—	—	100
20	1400	28	28	72
10	800	16	44	56
5	600	12	56	44
2,5	800	16	72	28
1	450	9	81	19
0,25	700	14	95	5
0,1	250	5	100	—

Finomsági szám $A = \frac{564}{100} = 5{,}64$



MSZ 4713:1955

A beton alapanyagainak vizsgálata

MSZ 4713:1955 A beton alapanyagainak vizsgálata című szabvány szerint a finomsági modulust a *Tyler-féle* szitasor lyukbőségeinek megfelelő ordinátákon leolvasott, fennmaradt tömegszázalékok összegének századrészeként számítottuk ki.

A *Tyler-féle* szitasor szitái:
0,147 (0,15); 0,295 (0,3); 0,59 (0,6); 1,18 (1,2); 2,37 (2,5); 4,75 (5,0); 9,52 (10,0); 19,05 (20,0); 38,1 (40,0); 76,2 (80,0) mm.

A eredeti amerikai coll mértékegységű *Tyler-féle* szitasorozatot 1977 óta nem használjuk.

Amerikai *Tyler*-féle szitasorozat

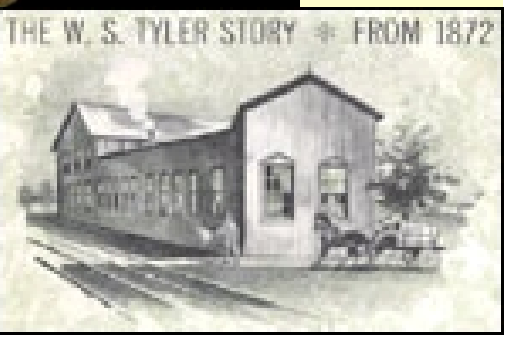
c) Amerikanischer Siebsatz nach Tyler.
(Journ. Americ. Ceram. Soc. 11, 346, 1928.)

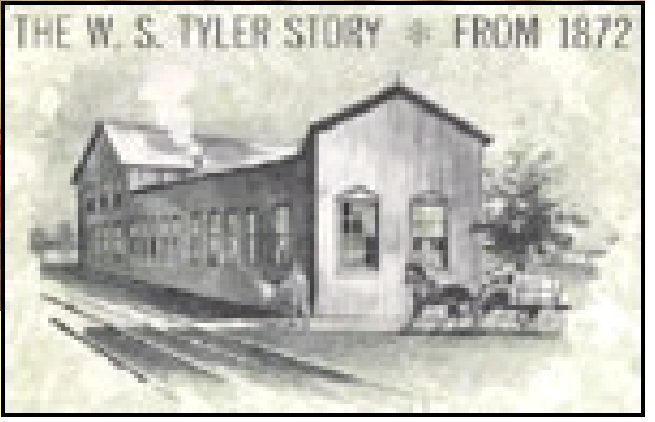
Maschen je Zoll	Lichte Maschenweite Zoll	Lichte Maschenweite mm	Drahtdurchmesser Zoll	Drahtdurchmesser mm	Maschen je Zoll	Lichte Maschenweite Zoll	Lichte Maschenweite mm	Drahtdurchmesser Zoll	Drahtdurchmesser mm
—	1,05 ~ 1	26,67	0,148	3,785	14	0,046 ~ 3/64	1,168	0,025	0,635
—	0,74 ~ 3/4	18,85	0,135	3,430	20	0,033 ~ 1/32	0,833	0,0172	0,437
—	0,52 ~ 1/2	13,33	0,105	2,669	28	0,023 —	0,589	0,0125	0,318
—	0,37 ~ 3/8	9,423	0,092	2,338	35	0,0165 —	0,417	0,0122	0,310
3	0,26 ~ 1/4	6,680	0,070	1,778	48	0,0116 —	0,295	0,0092	0,234
4	0,19 ~ 3/16	4,699	0,065	1,651	65	0,0082 —	0,208	0,0072	0,183
6	0,13 ~ 1/8	3,327	0,036	0,914	100	0,0058 —	0,147	0,0042	0,107
8	0,093 ~ 3/32	2,362	0,035	0,889	150	0,0041 —	0,104	0,0026	0,066
10	0,065 ~ 1/16	1,651	0,032	0,813	200	0,0029 —	0,074	0,0021	0,053

- **Maschen je Zoll = Az 1 coll = 1 inch (USA) (25,4 mm) hosszúságra eső lyukméretek (lyukbőség+acélhuzal-átmérő) száma. Például 25,4/(1,651+0,813)=10**
- **Lichte Maschenweite = Lyukbőség, szabad nyílás**
- **Draht-durchmesser = acélhuzal-átmérő**

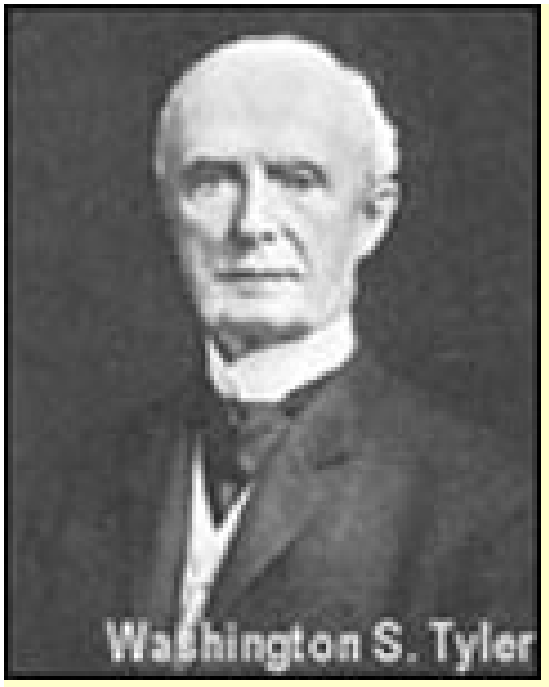
Forrás: http://www.fischer-tropsch.org/Tom%20Reels/Linked/TOM%20241/TOM-241-0913-0920%20Vol%206%20Part%201%20d.pdf

Tyler-féle szita





***Tyler*-féle szita**



Washington S. Tyler **(1835, Ohio City – 1917, Cleveland)**

1872-ben kezdett szitaszövetet gyártani az általa Clevelandban (Amerikai Egyesült Államok, Ohio állam) „Cleveland Wire Works” néven alapított üzemben.

A nevét viselő *Tyler*-féle szabványos lyukbőségű szitaszövet sorozatot 1910-ben tudományos igénnyel fejlesztette ki, és azt az Amerikai Egyesült Államok és számos más ország nem sokára szabványosította. Ezt követően a szitasorozathoz elkészítette a kézi szitálást utánozó, vízszintes forgómozgással és egyidejűleg függőleges kopogtatással osztályozó *Tyler*-féle laboratóriumi szitagépet.

MSZ 4713:1955 A beton alapanyagainak vizsgálata

„A teljes szita-, ill. rostasorozat tagjai alulról felfelé: alsó tálca, 0,1; 0,25; 0,5; 1,0 huzal szövetű sziták, 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80 mm lyukbőségű körlyukú rosták, 1 mm vastag acéllemezből, jól illeszthető zárt fedéllel.”

MSZ 4713-3:1977 A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag →

MSZ 18288-1:1978 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlás vizsgálata szitálással

„A vizsgálathoz 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 63; 96; 125 mm négyzetes lyukú szitákból álló („A”) szitasorozatot kell alkalmazni”

32 mm

16 mm

8 mm

4 mm

2 mm

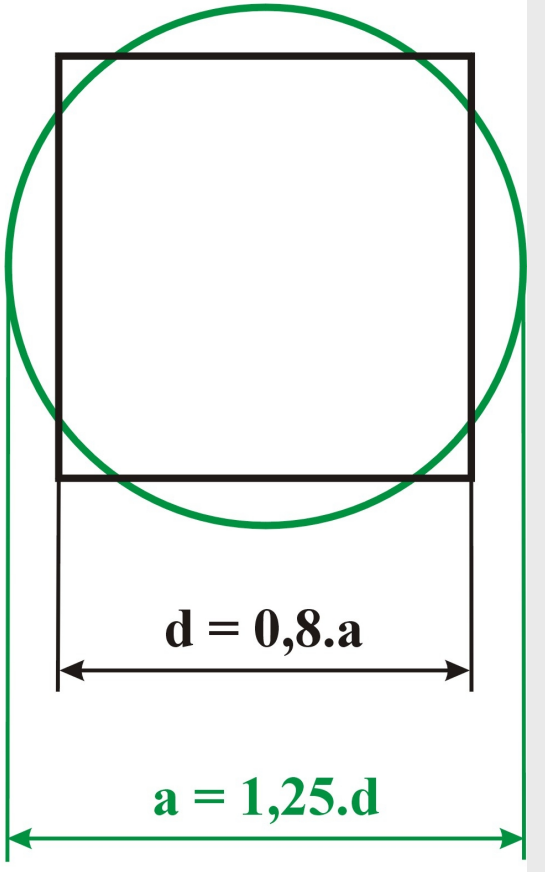
1 mm

0,5 mm

0,25 mm

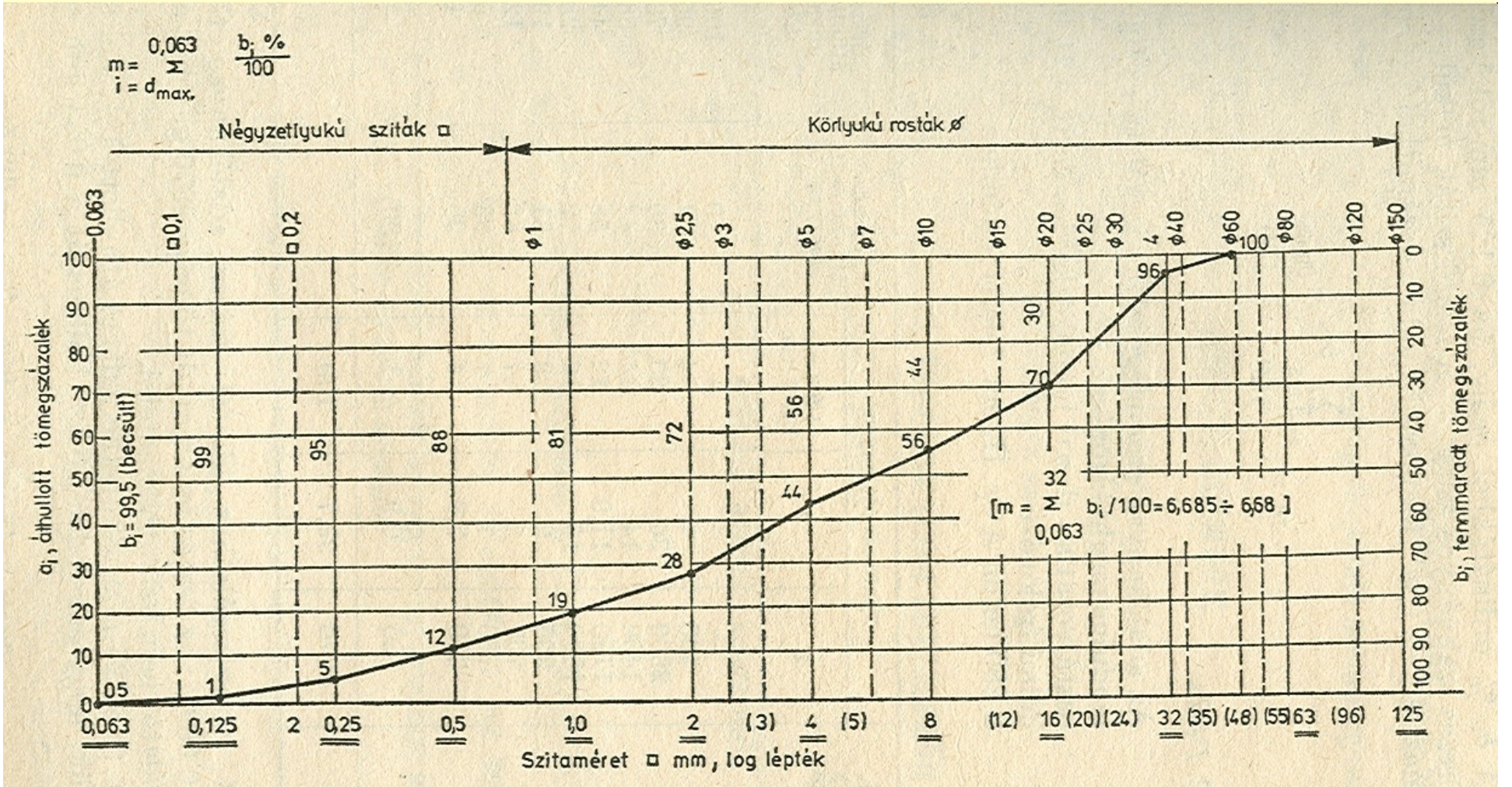
0,125 mm

0,063 mm



MSZ 4713-3:1977

A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag



1. ábra

Az abszcissza-tengely kezdőértéke a finomsági modulus számításához

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Abrams, 1918	0,147
Hummel, 1930	0,100
Spindel, 1931	0,001
Stern, 1932	0,001
MNOSZ 934:1949	0,147
Palotás, 1952	0,150
MSZ 4713:1955	0,147

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Palotás, 1961	0,150
MSZ 4713-3:1977	0,063
MSZ 18288-1:1983	0,063 vagy 0,125
MSZ EN 12620:2008*	0,125
MSZ EN 13139:2003*	0,125
MSZ 4798-1:2004	0,063

*Csak a 4 mm alatti frakciókra értelmezik

Az abszcissza-tengely kezdőértéke és szemmegoszlásjellemzők Németországban

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Német D-Summe (D-összeg) [Áthullott anyag összege tömeg%-ban	0,25 (A számításba veendő legnagyobb szemnagyság: 63 mm)
Német Körnungsziffer (k-érték) [Fennmaradt anyag összege tömeg%-ban / 100]	0,25
100·k + D = 900 (az alkalmazott szabványos sziták száma szorozva százzal)	
Német Feinheitsziffer (F-érték)	**Görbe feletti terület a 0,25 – 63 mm közötti szitákkal számítva**

Példa a német D-érték és k-érték számítására a „B32” határgörbe esetén

Szemnagyság, mm	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	63	Σ	D-érték	k-érték
Összes áthullott anyag, tömeg%	8	18	28	37	47	62	80	100	100	480	480	–
Összes fennmaradt anyag, tömeg%	92	82	72	63	53	38	20	0	0	420	–	420/100 = 4,20

$$100 \cdot k + D = 900$$

(az alkalmazott szabványos sziták száma szorozva százzal)

Német k-értékek és D-értékek táblázata

Forrás: Schwenk: Betontechnische Daten, Ulm, 2006.

Sieblinie	k-Wert	D-Summe
A 32	5,48	352
B 32	4,20	480
C 32	3,30	570
U 32	5,65	335
A 16	4,60	440
B 16	3,66	534
C 16	2,75	625
U 16	4,87	413
A 8	3,63	537
B 8	2,90	610
C 8	2,27	673
U 8	3,88	512

A szemmegoszlási görbe ordinátájának beosztása tömegszázalék vagy térfogatszázalék

A térfogatszázalékos ordinátabeosztást akkor kell alkalmazni, ha az adalékanyagot több, különböző testsűrűségű szemekből álló frakcióból állítjuk elő.

Például:

- **zúzottkőbeton esetén, ha a 4 mm alatti szemek bizonyos hányada nem zúzottkő, hanem homok;**
- **nehéz beton vagy könnyű beton esetén, amely nem csak nehéz, illetve nem csak könnyű adalékanyagot, hanem közönséges adalékanyagot is tartalmaz;**
- **újrahasznosított adalékanyagként felhasznált, kellőképpen előkészített építési és bontási hulladék (beton vagy/és tégla hulladék) esetén.**

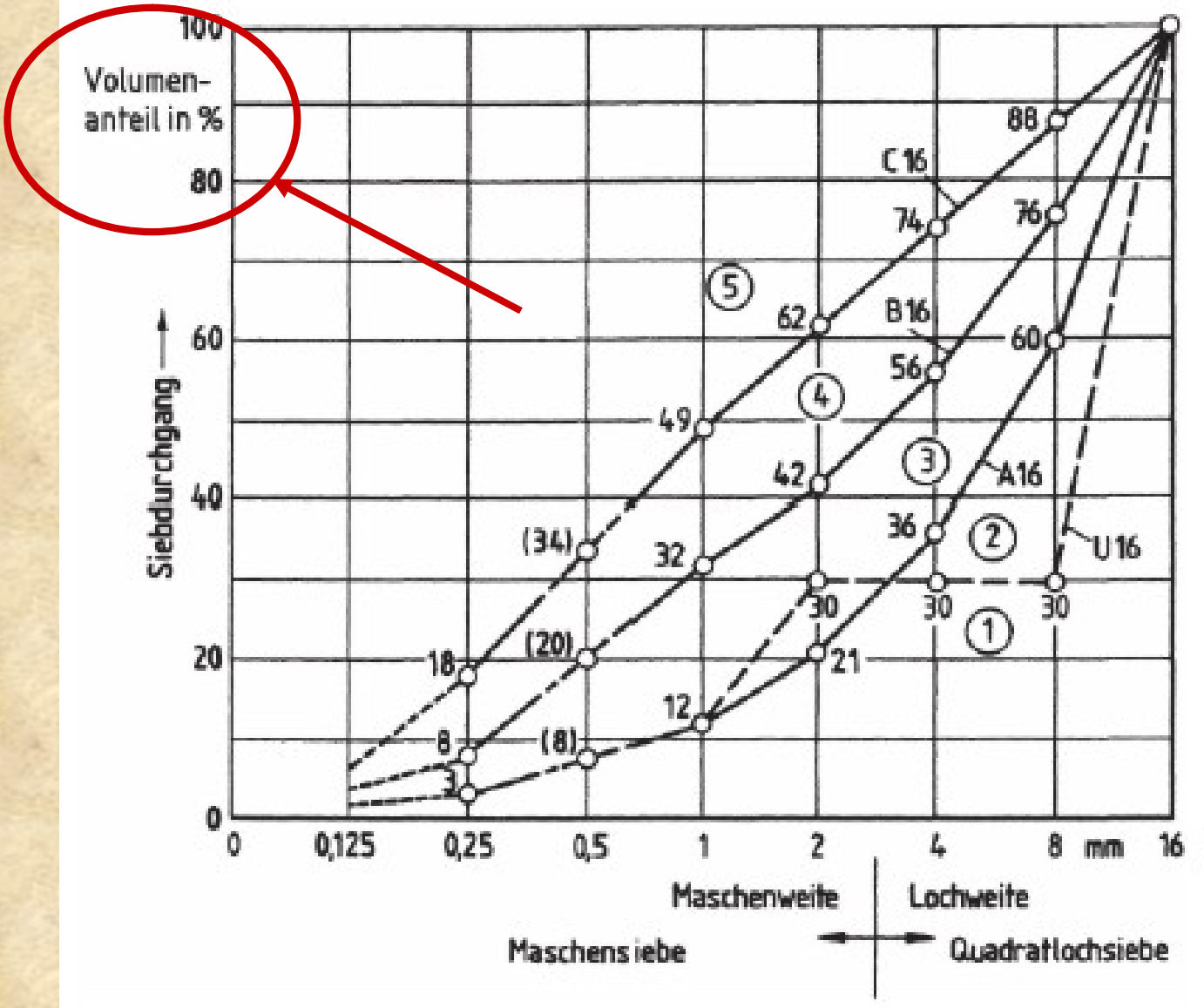


Bild L.2 — Sieblinien mit einem Größtkorn von 16 mm

Zúzottkő és zúzottkavics

termékek szemnagysága az

MSZ EN 13043:2003

aszfaltadalékanyag szabvány szerint

és

Homok, kavics, homokos kavics

termékek szemnagysága az

MSZ 4798-1:2004

betonszabványban (NAD)

Magyarországon,

az MSZ EN 12620:2002+A1:2008

betonadalékanyag szabvány

figyelembevételével

Alap-szitasorozat mm	Alap- + 1. kiegészítő szitasorozat mm	Alap- + 2. kiegészítő szitasorozat mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
–	5,6 (5)	–
–	–	6,3 (6)
8	8	8
–	–	10
–	11,2 (11)	–
–	–	12,5 (12)
–	–	14
16	16	16
–	–	20
–	22,4 (22)	–
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
–	–	40
–	45	–
63	63	63

Megjegyzés: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerűsített megadására alkalmasak.

MSZ EN 13043:2003

és

MSZ EN 12620:2002+ A1:2008

1. táblázat: Sziták lyukbősége a frakciók szemmeg-oszlásának meghatáro-zására

MSZ EN 13043:2003 Aszfaltadalékanyag
2. táblázat:
A szemmegoszlás általános követelményei

Kő-anyag-hal-maz	Szem-nagy-ság mm	Áthullott anyag mennyisége Tömegszázalék					Osztály *G*
		2 D	*1,4 D*[a]	*D*[b]	*d*	*d/2*[a]	
Durva	*D* > 2	100	100	90-99	0-10	0-2	G_C90/10
		100	98-100	90-99	0-15	0-5	G_C90/15
		100	98-100	90-99	0-20	0-5	G_C90/20
		100	98-100	85-99[c]	0-15	0-2	G_C85/15
		100	98-100	85-99[c]	0-20	0-5	G_C85/20
		100	98-100	85-99[c]	0-35	0-5	G_C85/35
Finom	*D* ≤ 2	100	-	85-99	-	-	G_F85
Nyújtott	*D* ≤ 45 és *d*=0	100 100	98-100 98-100	90-99 85-99	- -	- -	G_A90 G_A85

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 Betonadalékanyag
2. táblázat: A szemmegoszlás általános követelményei

Kőanyag-halmaz	Szemnagyság mm	Szitán áthullott tömegszázalék					Osztály *G*
		2 D	*1,4 D*	*D*	*d*	*d*/2	
Durva	*D*/*d* ≤ 2 vagy *D* ≤ 11,2	100 100	98 – 100 98 – 100	85 – 99 80 – 99	0 – 20 0 – 20	0 – 5 0 – 5	G_C85/20 G_C80/20
Durva	*D*/*d* > 2 és *D* > 11,2	100	98 – 100	90 – 99	0 – 15	0 – 5	G_C90/15
Finom	*D* ≤ 4 és *d* = 0	100	95 – 100	85 – 99	–	–	G_F85
Termé-szetes szemmeg-oszlású 0/8	*D* = 8 és *d* = 0	100	98 – 100	90 – 99	–	–	G_{NG}90
Keverék	*D* ≤ 45 és *d* = 0	100 100	98 – 100 98 – 100	90 – 99 85 – 99	–	–	G_A90 G_A85

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 A1 táblázat: Frakciók alap+1 jelű szitasorozathoz

D/*d* arány	Méret és felező méret	*d* értéke							Határértékek és tűrések a felező szitáknál (áthullott tömegszázalékokban)		
		2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	Határ-érték	A gyártó által megadott tipikus szemmegoszlás tűrése	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		G_T15	G_T17,5
2,8	Méret Felező méret	2/ 5,6 -	4/ 11,2 -	5,6/ 16 11,2	8/ 22,4 16	11,2/ 31,5 22,4	16/ 45 31,5	22,4/63 45	25 – 70	± 15	-
4,0	Méret Felező méret	2/8 -	4/16 8	5,6/ 22,4 11,2	8/ 31,5 16	11,2/ 45 22,4	16/ 63 31,5		25 – 70	-	± 17,5
5,6	Méret Felező méret	2/ 11,2 5,6	4/ 22,4 11,2	5,6/ 32 16	8/45 22,4	11,2/ 63 31,5			25 – 70	-	± 17,5
8,0	Méret Felező méret	2/16 8	4/ 31,5 16	5,6/ 45 22,4	8/63 31,5				25 – 70	-	± 17,5
11,2	Méret Felező méret	2/ 22,4 11,2	4/45 22,4	5,6/ 63 31,5					25 – 70	-	± 17,5

1. MEGJEGYZÉS: A szürke mezők általánosan nem alkalmazott méreteket jelölnek.
2. MEGJEGYZÉS: A felező szita helyén lévő vízszintes vonal jelentése az, hogy nincs alkalmazható felezőszita.

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 A2 táblázat: Frakciók alap+2 jelű szitasorozathoz

D/*d* arány	Méret és felező méret	*d* értéke 2 mm	4 mm	6,3 mm	8 mm	10 mm	16 mm	20 mm	Határértékek és tűrések a felező szitáknál (áthullott tömegszázalékokban) Határ-érték	A gyártó által megadott tipikus szemmegoszlás tűrése G_T15	$G_T17,5$
2,5	Méret Felező méret		4/10 -	6,3/16 11,2	8/20 14		16/ 40 31,5		25 – 70	± 15	-
3,15	Méret Felező méret	2/6,3 -	4/ 12,5 8	6,3/20 14		10/ 31,5 22,4		20/ 63 45	25 – 70	± 15	-
4	Méret Felező méret	2/8 -	4/16 8		8/ 31,5 16	10/40 20	16/ 63 31,5		25 – 70	-	± 17,5
5	Méret Felező méret	2/10 5	4/20 10	6,3/ 31,5 16	8/40 20				25 – 70	-	± 17,5
8	Méret Felező méret	2/16 8	4/ 31,5 16						25 – 70	-	± 17,5
10	Méret Felező méret	2/20 10	4/40 20						25 – 70	-	± 17,5

1. MEGJEGYZÉS: A szürke mezők általánosan nem alkalmazott méreteket jelölnek.
2. MEGJEGYZÉS: A felező szita helyén lévő vízszintes vonal jelentése az, hogy nincs alkalmazható felezőszita.

MSZ EN 13043:2003 Aszfaltadalékanyag 3. táblázat: Durva kőanyaghalmazok szemmegoszlásának határértékei és tűrései a közbenső szitánál

D/d	Közbenső szitaméret[a] mm	Határértékek és tűrések a közbenső szitáknál Áthullott anyag mennyisége tömegszázalékban		Osztály *G*
		Határértékek	A gyártó által megadott mennyiségek tűrései	
< 4	*D*/1,4	25 - 80	± 15	$G_{25/15}$
		20 - 70	± 15	$G_{20/15}$
≥ 4	*D*/2	20 - 70	± 17,5	$G_{20/17,5}$
Nincs követelmény				G_{NR}

[a] Ha a fenn megadott közbenső sziták szitanyílása nem szerepel az ISO 565 szabvány szerinti R20 szitasorozatban, akkor ezek helyett a legközelebbi nagyobb vagy kisebb méretű szitát kell alkalmazni.

MSZ EN 13043:2003 szabvány 24. táblázat és
MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány 7. táblázat:
A kőlisztek szemmegoszlásának követelményei

Szita lyuk-bősége mm	Áthullott tömegszázalék	
	Az egyedi értékek határértékei	A gyártó által megadott értékek maximális tűrései [a]
2	100	–
0,125	85 – 100	10
0,063	70 – 100	10

[a] A megadott szemmegoszlási tűrések az utolsó 20 mérés alapján (lásd a H1. táblázat 1. sorát). Az eredmények 90%–ának ezen a tűrésen belül kell lennie, de az összes mérési eredménynek a teljes szemmegoszlási tűrésen belül kell lennie (lásd a fenti 2. oszlopot).

A kőanyaghalmaz szemnagysága mm		Szitákra vonatkozó határértékek (Áthullott tömegszázalékokban)	
Alap- +1. kiegészítő szitasorozat	Alap- +2. kiegészítő szitasorozat	40 ± 20	70 ± 20
		A szita lyukbősége mm	
-	0/6,3	1	4
0/8	0/8	1	4
-	0/10	1	4
0/11,2 (11)	-	2	5,6 (5)
-	0/12,5 (12)	2	6,3 (6)
-	0/14	2	8
0/16	0/16	2	8
-	0/20	2	10
0/22,4 (22)	-	2	11,2 (11)
0/31,5 (32)	0/31,5 (32)	4	16
-	0/40	4	20
0/45	-	4	22,4 (22)
MEGJEGYZÉS: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerűsített megadására alkalmasak.			

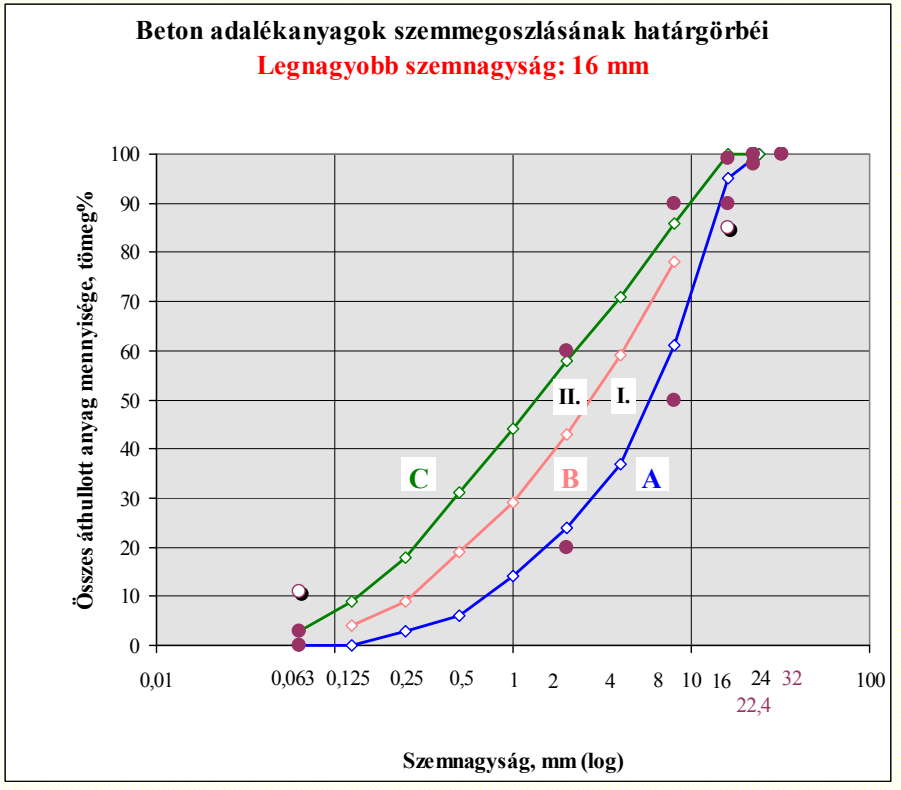
MSZ EN 12620:2002+ A1:2008 szabvány 6. tábl.: Kőanyag-halmaz keverékek szemmeg-oszlási köve-telményei

MSZ 4798-1 Megnevezés	Határ szemnagyság			Közbenső ellenőrző szita, mm	Példa mm/mm
	Méret, mm		Feltétel		
Homok	d=0	D≤4		0,063; 0,25; 1	0/1; 0/2; 0/4
Homok fr.	d>0	D=4	MSZ EN nem ismeri, NAD!		1/4; 2/4
Homokos kavics frakció!	d=2	4<D≤ 11,2→12!	Szűk frakció D/d≤6	4	2/8; 2/12!
	d=2	D> 11,2→12!	Nyújtott fr. 6<D/d≤10	4; 8	2/16; 2/20
Kavics frakció	d≥4	D≥8	Szűk frakció D/d≤2	—	4/8; 8/16; 16/32
	d≥4	D>8	Nyújtott fr. D/d>2	D/2	4/16; 8/32
Homokos kavics	d=0	D≤45 →63!		D/(6,25–11,2) D/2	0/8; 0/16; 0/24; 0/32

Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 16 mm

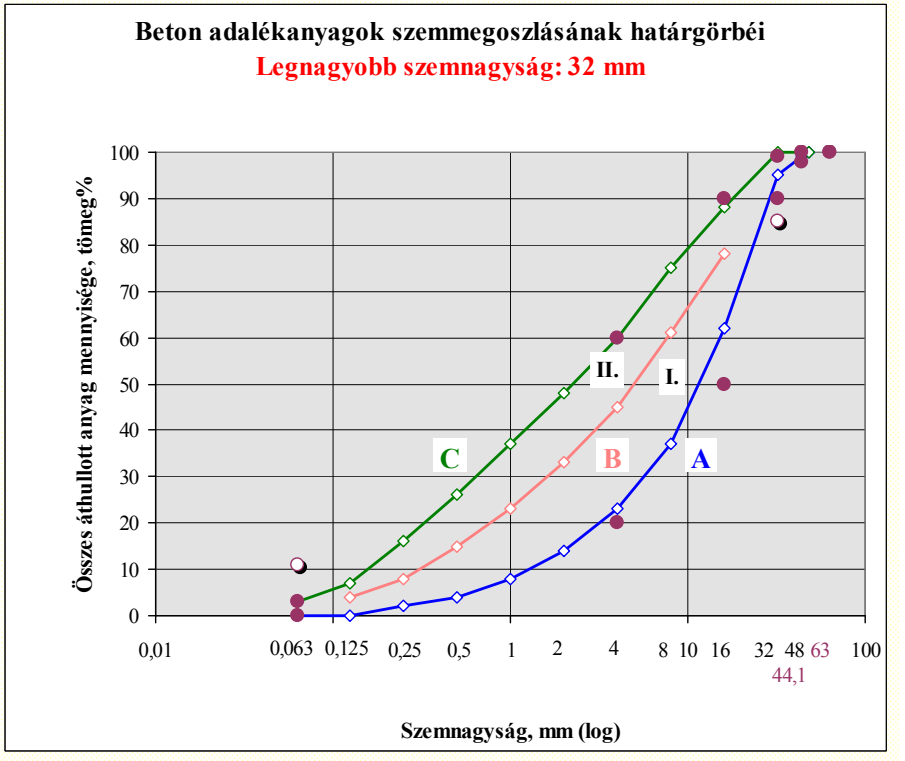
Legnagyobb szemnagyság: 16 mm								
Szem-nagyság	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%						Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003				
mm	A	B	C	Legalább		Legfeljebb	mm	jele
0,063	0		3	0		3 11		*f*
0,125	0	4	9					
0,25	3	9	18					
0,5	6	19	31					
1	14	29	44					
2	24	43	58	20		60		*(D/8)*
4	37	59	71					
8	61	78	86	50		90		*D/2*
16	95		100	90	85	99		*D*
				98		100	22,4	*1,4 . D*
24	100		100					
				100		100	32,0	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele				
	6,60	5,60	4,80	$G_A 90$	$G_A 85$	f_3 f_{11}		



Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 32 mm

Legnagyobb szemnagyság: 32 mm								
Szem-nagyság	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%						Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003				
mm	A	B	C	Legalább		Legfeljebb	mm	jele
0,063	0		3	0		3 11		*f*
0,125	0	4	7					
0,25	2	8	16					
0,5	4	15	26					
1	8	23	37					
2	14	33	48					
4	23	45	60	20		60		*(D/8)*
8	37	61	75					
16	62	78	88	50		90		*D/2*
32	95		100	90	85	99	31,5 (32)	*D*
				98		100	44,1	*1,4 . D*
48	100		100					
				100		100	63,0	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele				
	7,55	6,35	5,40	$G_A 90$	$G_A 85$	f_3 f_{11}		



Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm

Szemnagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg% – Határgörbe jele A	B	C	MSZ EN 12620:2003 Legalább	Legfeljebb	Szemnagyság mm	jele
0,063	0		3	0	3 11		*f*
0,125	0	3	6				
0,25	2	9	16				
0,5	5	17	29				
1	10	26	42				
2	20	39	54	20	60		*(D/11,2)*
4	30	52	67				
8	47	68	80				
11,2	61,1	76,2	86	50	90	11,2	*D/2*
16	76	85	93				
22,4	91,75		98,8	90 85	99	22,4	*D*
24	95		100				
31,4	99,2		100	98	100	31,4	*1,4 . D*
32	100		100				
44,8				100	100	44,8	*2 . D*
	Finomsági modulus 7,10	6,00	5,10	Kategória jele $G_A 90$	$G_A 85$	f_3	f_{11}

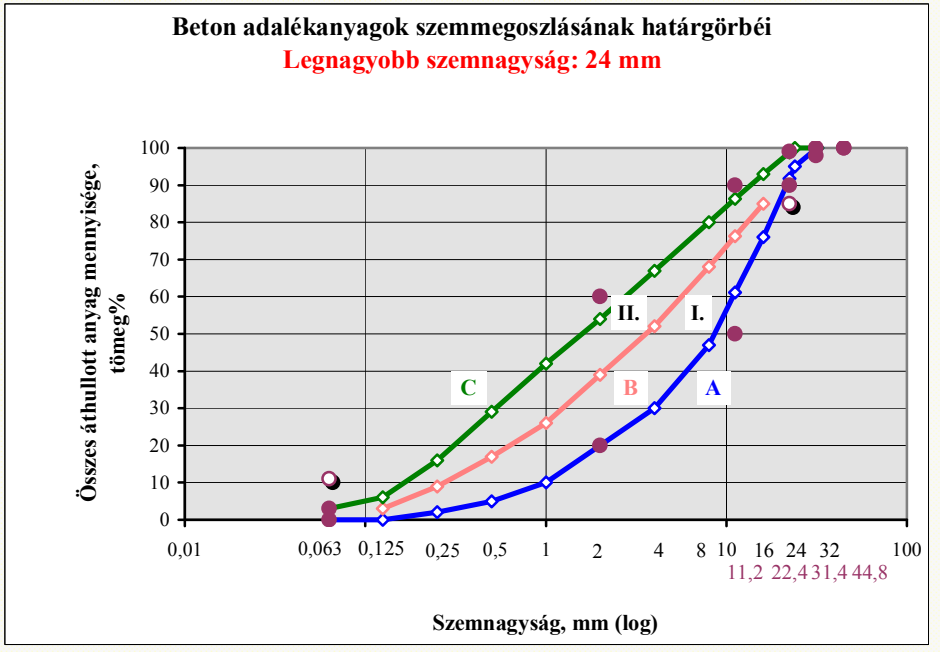
Megjegyzés: Az ordináta-értéket a finomsági modulusba nem szabad beszámítani.

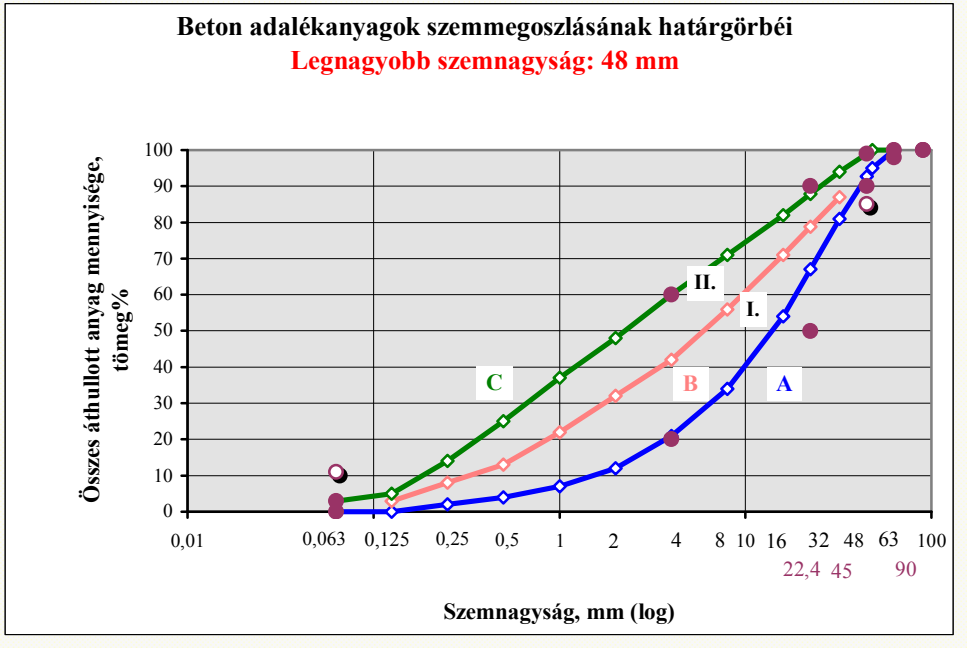
Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 48 mm

Szemnagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg% – Határgörbe jele A	B	C	MSZ EN 12620:2003 Legalább	Legfeljebb	Szemnagyság mm	jele
0,063	0		3	0	3 11		*f*
0,125	0	3	5				
0,25	2	8	14				
0,5	4	13	25				
1	7	22	37				
2	12	32	48				
4	21	42	60	20	60		*(D/11,2)*
8	34	56	71				
16	54	71	82				
22,4	67,1	78,77	87,82	50	90	22,4	*D/2*
32	81	87	94				
45	92,77		99,04	90 85	99	45,0	*D*
48	95		100				
63	100		100	98	100		*1,4 . D*
90				100	100	90,0	*2 . D*
	Finomsági modulus 7,85	6,65	5,55	Kategória jele $G_A 90$	$G_A 85$	f_3	f_{11}

Megjegyzés: Az ordináta-értéket a finomsági modulusba nem szabad beszámítani.

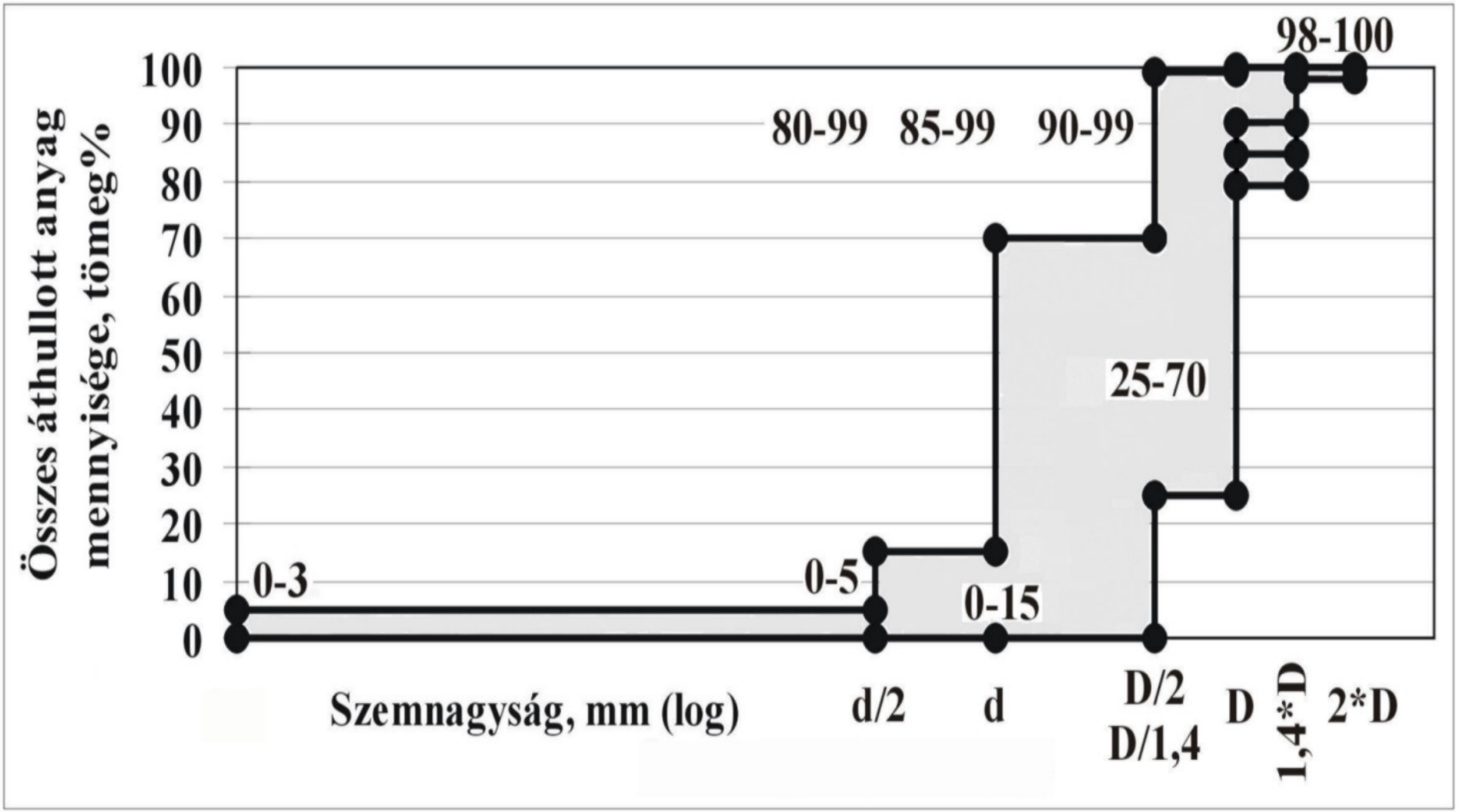




Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

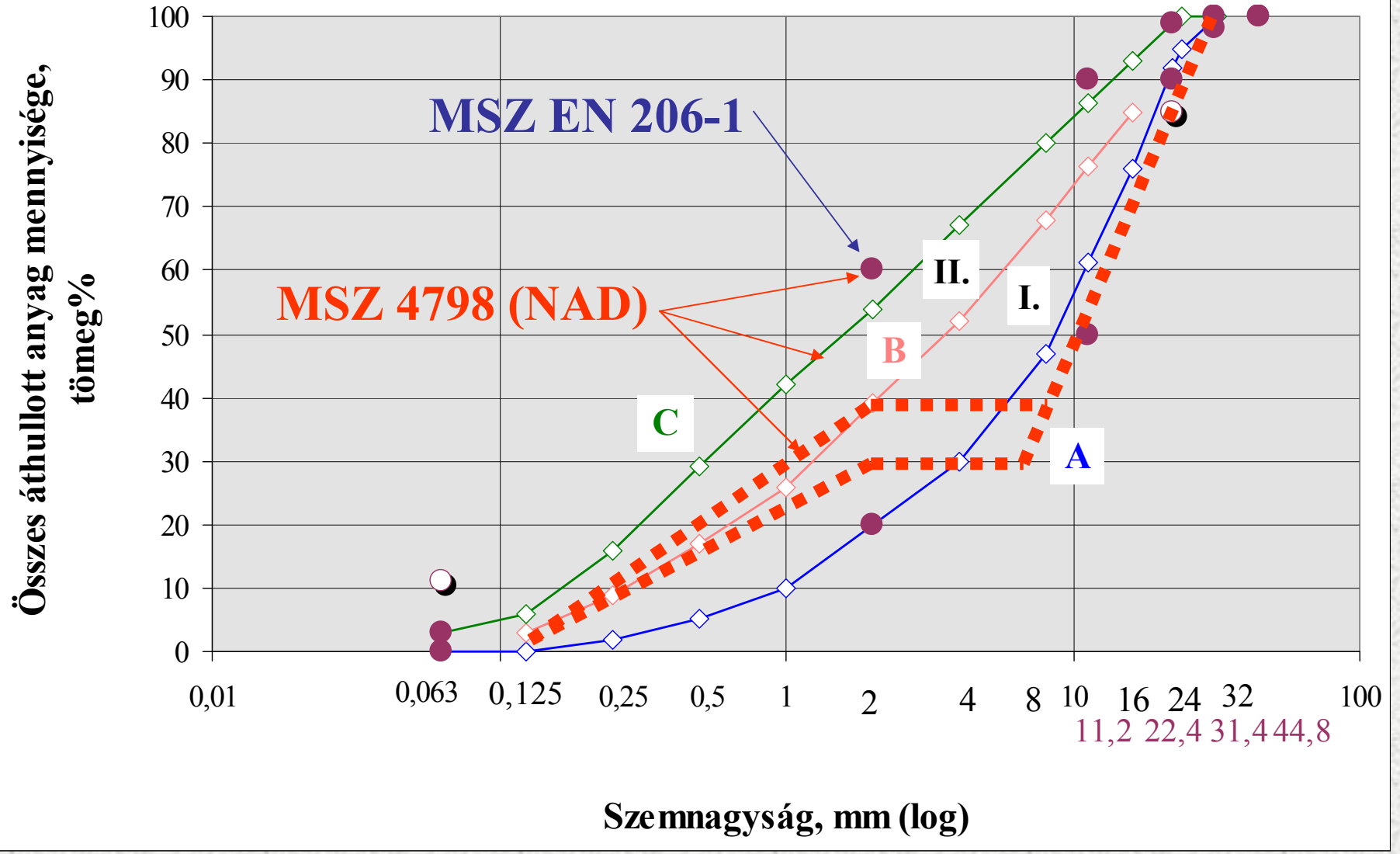
MSZ 4798 (NAD) Legnagyobb szemnagyság: 24 mm								
Szem-nagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%						Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003				
	A	B	C	Legalább		Legfeljebb	mm	jele
0,063	0		3	0		3 11		*f*
0,125	0	3	6					
0,25	2	9	16					
0,5	5	17	29					
1	10	26	42					
2	20	39	54	20		60		*(D/11,2)*
4	30	52	67					
8	47	68	80					
				50		90	11,2	*D/2*
16	76	85	93					
				90	85	99	22,4	*D*
24	95		100					
				98		100	31,4	*1,4 ,D*
32	100		100					
				100		100	44,8	*2 ,D*
	Finomsági modulus			Kategória jele				
	7,10	6,00	5,10	G_A90	G_A85	f_3	f_U	

Az MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti osztályozott betonadalékanyag frakciók szemmegoszlási követelményének vázlata



Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm



A szemmegoszlás általában akkor megfelelő, ha a szemmegoszlási görbe középső szakasza a határgörbékkel közel párhuzamos, vagy a határgörbék közé képzelt görbéből az óramutató járásával megegyező irányba történő, centrális, képzeletbeli forgatással származtatható, amely forgatás szélső esete az ún. „lépcsős” szemmegoszlási görbe.

Ilyenkor az adott legnagyobb névleges szemnagyságú, és változatlan finomsági modulusú szemmegoszlás egyenlőtlenségi együtthatója és homoktartalma növekszik.

A lépcsős szemmegoszlás egy-lépcsős.

A hiányzó szemeknél finomabb szemek mennyisége a keveréknek 30-40 tömegszázalékát,

illetve a hiányzó szemeknél durvább szemek mennyisége a keveréknek 60-70 tömegszázalékát tegye ki.

(A lépcső az összes áthullott anyag mennyiség (35±5) tömegszázalék közötti tartományában helyezkedjék el.)

A lépcső kezdőpontja

a 8 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyag esetén a 0,5 mm-es,

a 12 mm és 16 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyag esetén az 1 mm-es,

a 20 mm, 24 mm és 32 mm legnagyobb szemnagyság esetén a 2 mm-es,

a 48 mm és 63 mm legnagyobb szemnagyság esetén a 4 mm-es szemnagyságnál,

végpontja mindig a $0,4xD_{max}$ mm-hez legközelebb eső szabványos szemnagyságnál legyen.

Az ISO 565 szabvány R20 jelű szitasorozatának szitanyílásai
0,063 mm és 125 mm között
$\underline{\mathbf{10^{1/20}}} = 10^{0,05} = 1,122$
arányban emelkednek.

Az MSZ 18288-1 nemzeti, és az
MSZ EN 933-2 európai szabvány
szitanyílásai duplázódnak, azaz
$2 = 10^{\lg 2} = 10^{0,30103} = 10^{6,0206/20} \sim$
$\sim 10^{6/20} = 10^{6*(1/20)} = (\underline{\mathbf{10^{1/20}}})^{6}$
arányban emelkednek.

Ezért az MSZ 18288-1 nemzeti, és az
MSZ EN 933-2 európai szabvány szitái
az ISO 565 szabvány R20 jelű szitasorozatának
minden hatodik tagjával illeszkednek.

ISO 565 nemzetközi szabvány szerinti, R20 jelű szitasorozat szitáinak nyílása, mm

Piros számmal az MSZ 18288-1:1991 és az MSZ EN 933-2:1998 szabványban szereplő szitanyílásokat tüntettük fel.

Zöld színnel az európai termékvizsgálatokhoz szükséges szitanyílásokat jelöltük.

0,063	**0,063**	0,500	**0,500**	3,97	**4,00**	31,5	**31,5**
0,071		0,561		4,46		35,4	
0,079		0,630		5,00	MSZ EN	39,7	MSZ EN
0,089		0,707		5,61	MSZ EN	44,6	MSZ EN
0,100		0,793		6,30	MSZ EN	50,0	MSZ EN
0,112		0,890		7,06		56,1	
0,126	**0,125**	1,00	**1,00**	7,93	**8,00**	62,9	**63,0**
0,141		1,12		8,89		70,6	
0,158		1,26		9,98	MSZ EN	79,2	MSZ EN
0,178		1,41		11,19	MSZ EN	88,9	
0,199		1,58		12,56	MSZ EN	99,7	
0,223		1,77		14,09	MSZ EN	111,9	
0,251	**0,250**	1,99	**2,00**	15,8	**16,0**	125,6	**125,0**
0,281		2,23		17,7		140,9	
0,316		2,51		19,9		158,1	
0,354		2,81		22,3	MSZ EN	177,4	
0,397		3,16		25,1		199,0	
0,446		3,54		28,1		223,3	

ISO	MSZ		ISO	MSZ
7,93	8,00		15,8	16,0
8,89			17,7	
9,98	MSZ EN		19,9	
11,19	MSZ EN		22,3	MSZ EN
12,56	MSZ EN		25,1	
14,09	MSZ EN		28,1	
			31,5	32,0

Kőzetfizika

Szemmegoszlás

Ezt a NAD feloldja!

Table 1, Mini-Tiefe sizes

Hauptreihe Principal sizes R 20/3	Nebenreihen Supplementary sizes R 20	Nebenreihen Supplementary sizes R 40/3	DIN ISO 3310	AFNOR NF ISO 3310 NFX11-504 R 20	BS 410 ISO 3310	NEN 2560	ASTM E 11 # ASTM E 323 ● ■		CAN/ CGSB-8.2-M88 metric	TYLER Screen Scale
2000			2001	2000	2000	1998	2001		1988	1910
ISO 3310-1		Drahtgewebe #	125-1	125-1	125-1	125-1	125-1		125-1	26,5-1
ISO 3310-2		Rundlochung ●	125-1	125-1	125-1	125-1	125-1			
		Quadratlochung ■	125-4	125-4	125-4	125-4	125-3.35			
w	w	w	w	w	w	w	w	No.	w	Mesh
125	125	125	125	125	125	125	125	5 in.	125	
	112		112	112	112	112			112	
		106	106	106	106	106	106	4.24 in.		
	100		100	100	100	100	100 (b)	4 in. (b)	100	
90	90	90	90	90	90	90	90	3.1/2 in.	90.0	
	80		80	80	80	80			80.0	
		75	75	75	75	75	75	3 in.		
	71		71	71	71	71			71.0	
63	63	63	63	63	63	63	63	2.1/2 in.	63.0	
	56		56	56	56	56			56.0	
		53	53	53	53	53	53	2.12 in.		
	50		50	50	50	50	50 (b)	2 in. (b)	50.0	
45	45	45	45	45	45	45	45	1.3/4 in.	45.0	
	40		40	40	40	40			40.0	
		37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37.5	1.1/2 in.		
	35,5		35,5	35,5	35,5	35,5			35.5	
31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31.5	1.1/4 in.	31.5	
	28		28	28	28	28			28.0	
		26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26.5	1.06 in.		1.05 in.
	25		25	25	25	25	25.0 (b)	1 in. (b)	25.0	
22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22.4	7/8 in.	22.4	.883 in.

22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22.4	7/8 in.	22.4	.883 in.
	20		20	20	20	20			20.0	
		19	19	19	19	19	19.0	3/4 in.		.742 in.
	18		18	18	18	18			18.0	
16	16	16	16	16	16	16	16.0	5/8 in.	16.0	.624 in.
	14		14	14	14	14			14.0	
		13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13.2	0.530 in.		.525 in.
	12,5		12,5	12,5	12,5	12,5	12.5 [b]	1/2 in. [b]	12.5	
11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11.2	7/16 in.	11.2	.441 in.
	10		10	10	10	10			10.0	
		9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9.5	3/8 in.		.371 in.
	9		9	9	9	9			9.0	
8	8	8	8	8	8	8	8.0	5/16 in.	8.0	2.1/2
	7,1		7,1	7,1	7,1	7,1			7.10	
		6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6.7	0.265 in.		3
	6,3		6,3	6,3	6,3	6,3	6.3 [b]	1/4 in. [b]	6.30	
5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5.6	3.1/2	5.60	3.1/2
	5		5	5	5	5			5.00	
		4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4.75	4		4
	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5			4.50	
4	4	4	4	4	4	4	4.00	5	4.00	5
	3,55		3,55	3,55	3,55	3,55			3.55	
		3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3.35	6		6
	3,15		3,15	3,15	3,15	3,15			3.15	
2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2.80	7	2.80	7
	2,5		2,5	2,5	2,5	2,5			2.50	
		2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2.36	8		8
	2,24		2,24	2,24	2,24	2,24			2.24	
2	2	2	2	2	2	2	2.00	10	2.00	9
	1,8		1,8	1,8	1,8	1,8			1.80	
		1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1.70	12		10
	1,6		1,6	1,6	1,6	1,6			1.60	

Magyarországon a kőbányák elsősorban

az ÚT 2-3.601-1:2008

aszfaltútépítési zúzottkő és zúzottkavics

útügyi műszaki előírás,

illetve az MSZ EN 13043:2003

európai aszfaltadalékanyag szabvány szerint

gyártanak zúzottkövet és zúzottkavicsot,

ezért sokszor a zúzottkőbetonokat is ezekkel

az „aszfaltadalékanyagokkal”

kell előállítani.

Zúzottkő betonadalékanyag frakciók előállítása zúzottkő aszfaltadalékanyag termékekből (tekintettel arra is, hogy a betonadalékanyag általában ezek keverékéből készül)

MSZ 4798-1:2004 szerinti zúzottkő betonadalékanyag frakció szemnagysága mm	Zúzottkő termék termékosztályának jele az ÚT 2-3.601-1:2008 (aszfalthoz) az ÚT 2-3.601-2:2009 (betonhoz) az ÚT 2-3.601-3:2009 (útalapba) útügyi műszaki előírás szerint
4/8	KZ 4/8
8/12	azonosnak vehető a KZ 8/11 jelű zúzottkő termékkel
8/16	KZ 8/11 + KZ11/16
8/20	azonosnak vehető a KZ 8/11 + KZ 11/16 + KZ 16/22 jelű, vagy a KZ 8/11 + NZ 11/22 jelű zúzottkő termékek kombinációjával
16/20	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő termékkel
16/24	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő termékkel
16/32	KZ 16/22 + KZ 22/32

A termékosztály magyar fogalom, a *visszavont* ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás 3.4. pontja szerint „az útépítési zúzottkő vagy zúzottkavics szemnagyságát, szemalakját és tisztaságát meghatározó előírások csoportja, a termék bányaüzemi feldolgozása technológiai tulajdonságainak kifejezője.

Jele betűjelből (KZ, NZ, Z, ill. ZK) és a névleges szemnagysághatárok számjeléből áll. Például: NZ 11/22”.

A termékosztály fogalmát már 1959-ben használták a magyar kőipari szabványok (MSZ 1992:1959 és MSZ 11300:1959).

Örvendetes, hogy a KZ, NZ, Z és ZK jeleket és termékosztályokat az ÚT 2-3.601-1:2008, ÚT 2-3.601-2:2009 és ÚT 2-3.601-3:2009 útügyi műszaki előírás szerzői a korábbi magyar szabályozásból átvették, miközben a kőzetfizikai csoportok (Kf-0, Kf-A, Kf-B, Kf-C1, Kf-C2, Kf-D1, Kf-D2) alkalmazását a szabványbizottság tagjainak többsége mereven elvetette, arra való hivatkozással, hogy az európai adalékanyag szabványok a csoportba foglalást nem alkalmazzák.

Az új ÚT 2-3.601-1:2008, ÚT 2-3.601-2:2009, ÚT 2-3.601-3:2009 útügyi műszaki előírás szerinti zúzottkő és zúzottkavics termékek frakcióinak szemnagysága a régi ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előíráshoz képest tartalmilag megváltozott.

Formai változás, hogy a szemmegoszlási követelményeket az új útügyi műszaki előírások csak táblázatosan adják meg, és határgörbéket nem közölnek, mint ahogy az európai szabvány megfelelőik sem.

Mint már láttuk a magyar (MSZ 4798-1:2004), de a német (DIN 1045-2:2008) és az osztrák (ÖNORM B 4710-1:2007) nemzeti betonszabvány szintén megadja határgörbékkel is betonadalékanyag keverékek szemmegoszlási követelményét.

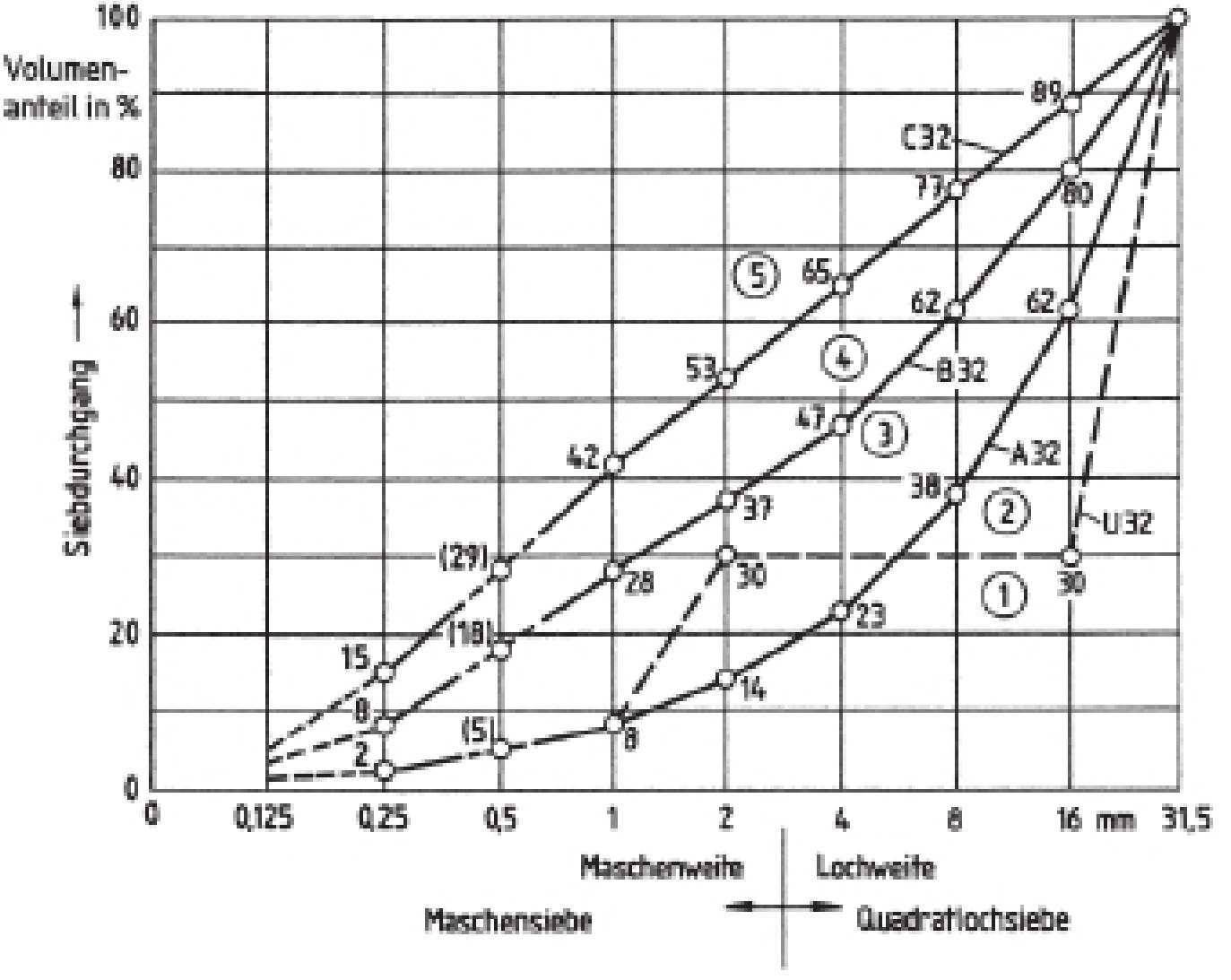


Bild L.3 — Sieblinien mit einem Größtkorn von 32 mm

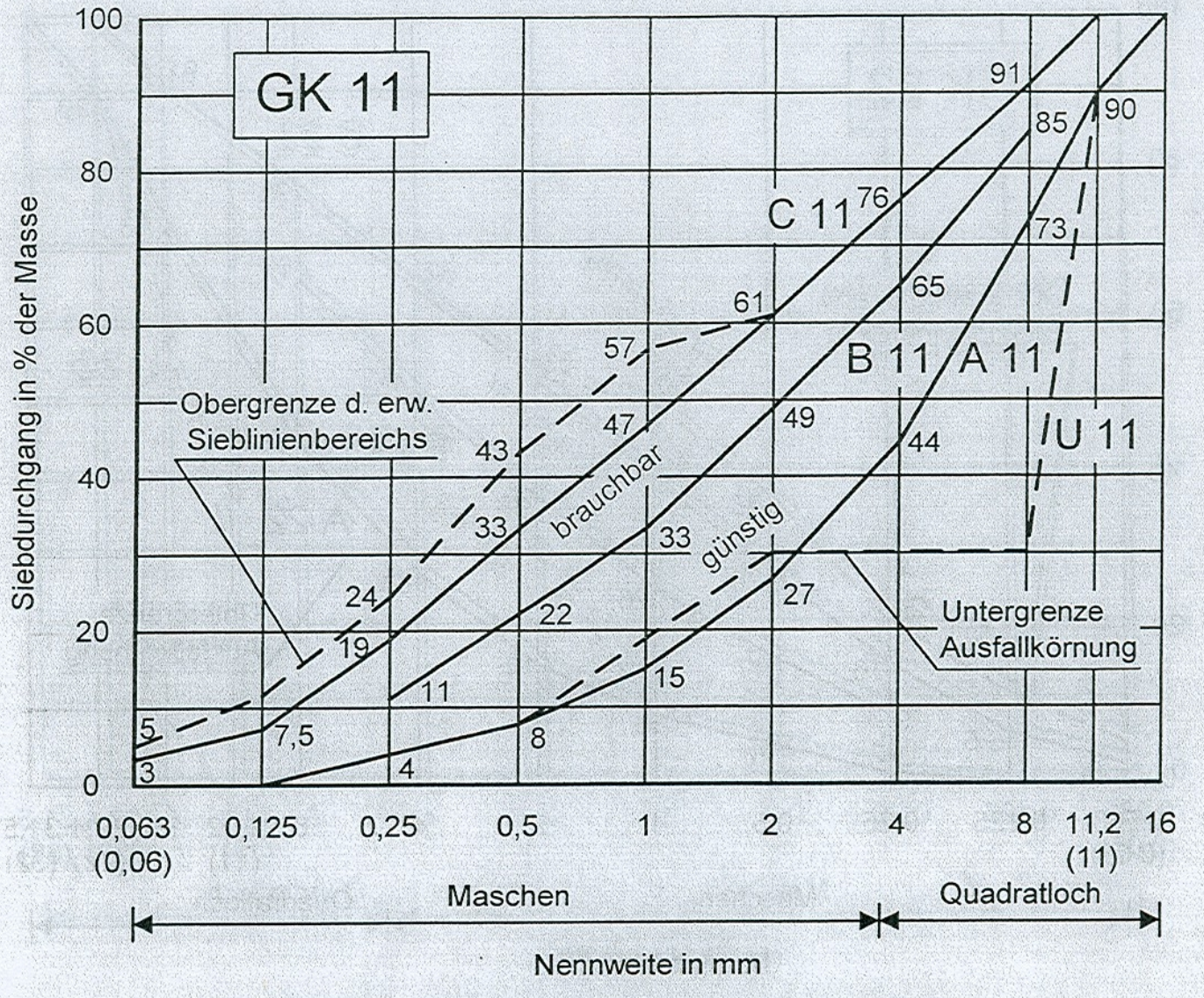
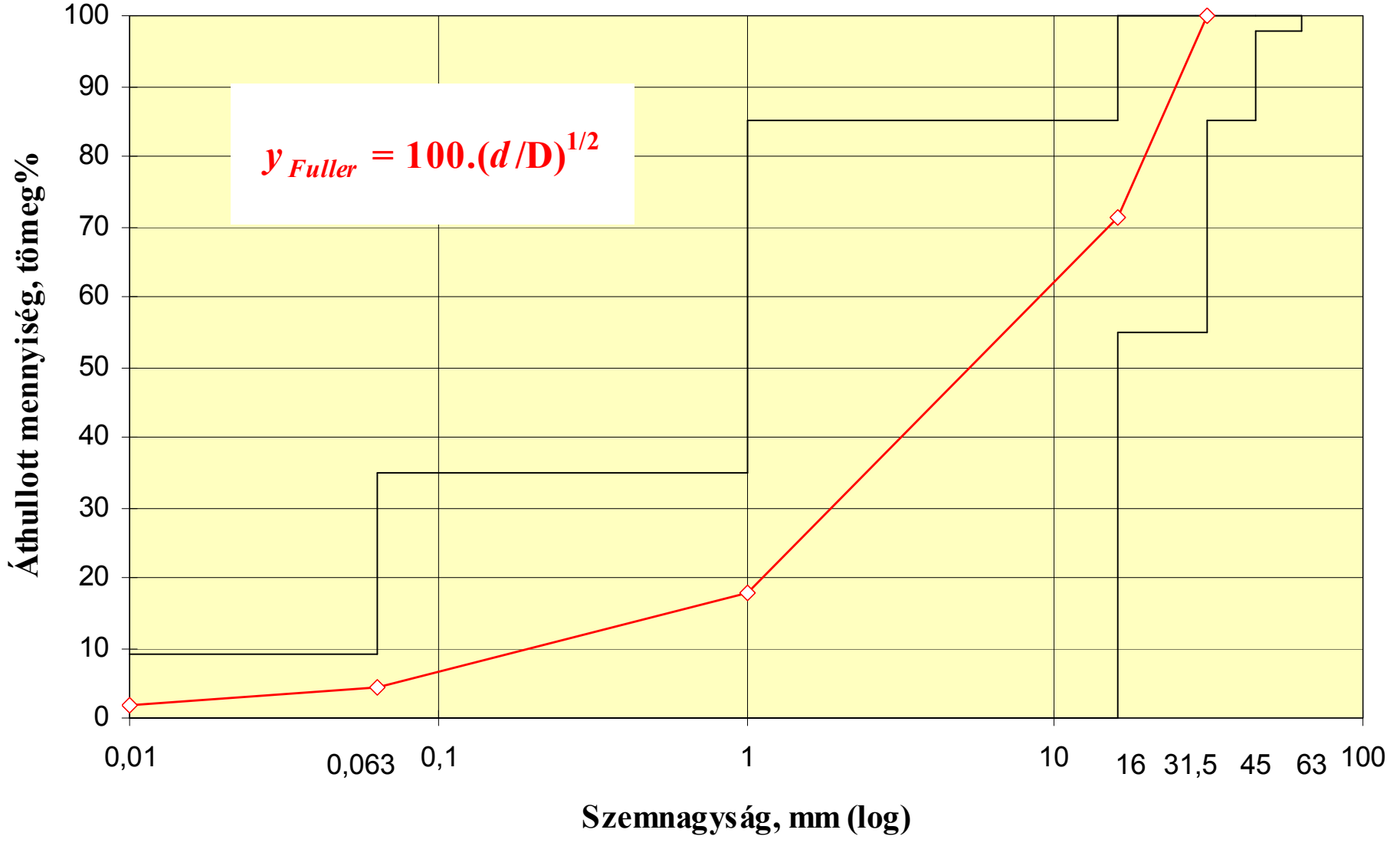
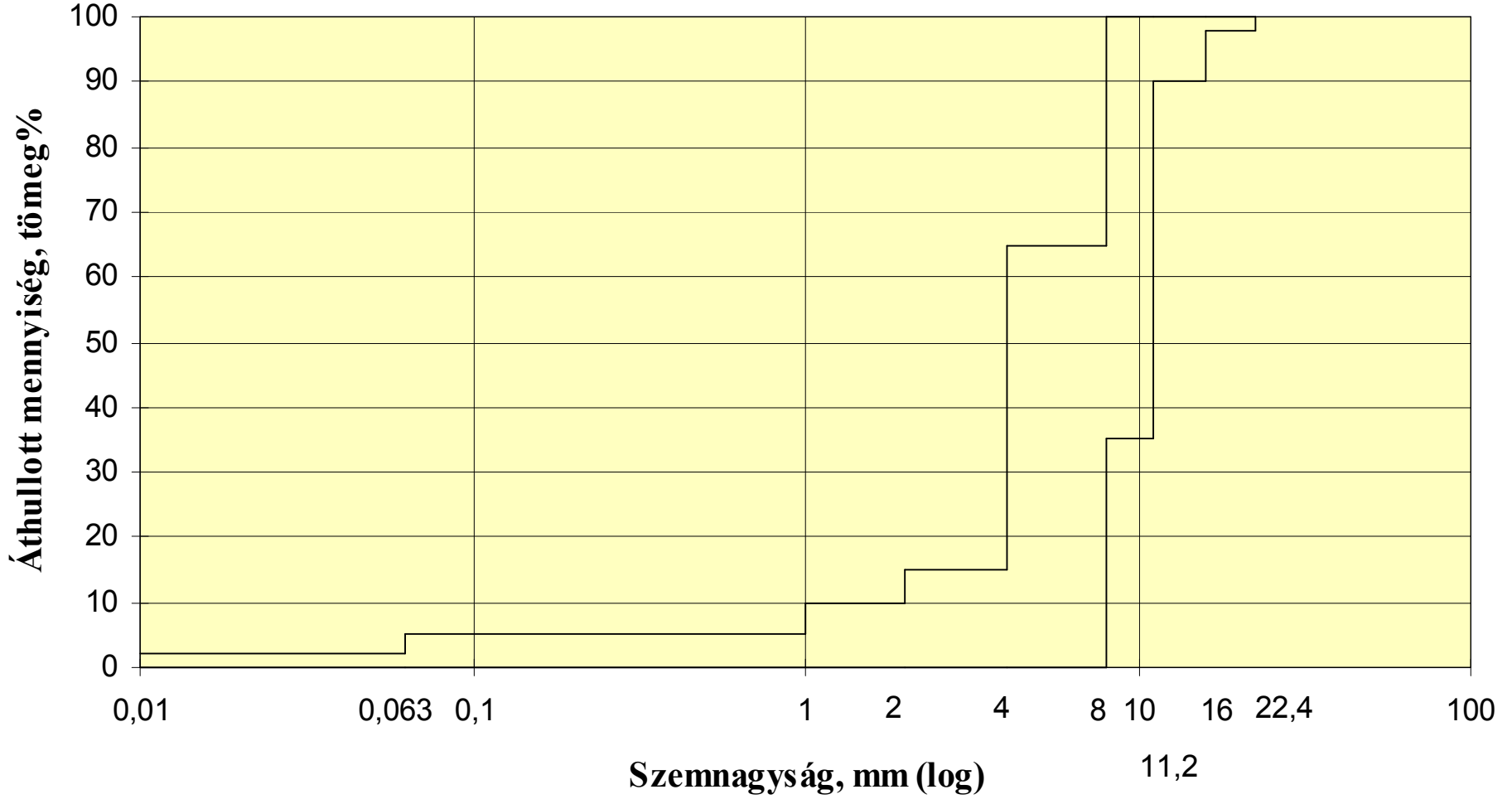


Bild NAD 3 – Grenzsieblinie Größtkorn 11 mm

Z 0/32 jelű útépítési zúzottkő szemmegoszlási követelménye ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerint, és a Fuller-parabola



NZ 4/11 jelű útépítési zúzottkő szemmegoszlási követelménye a régi ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerint

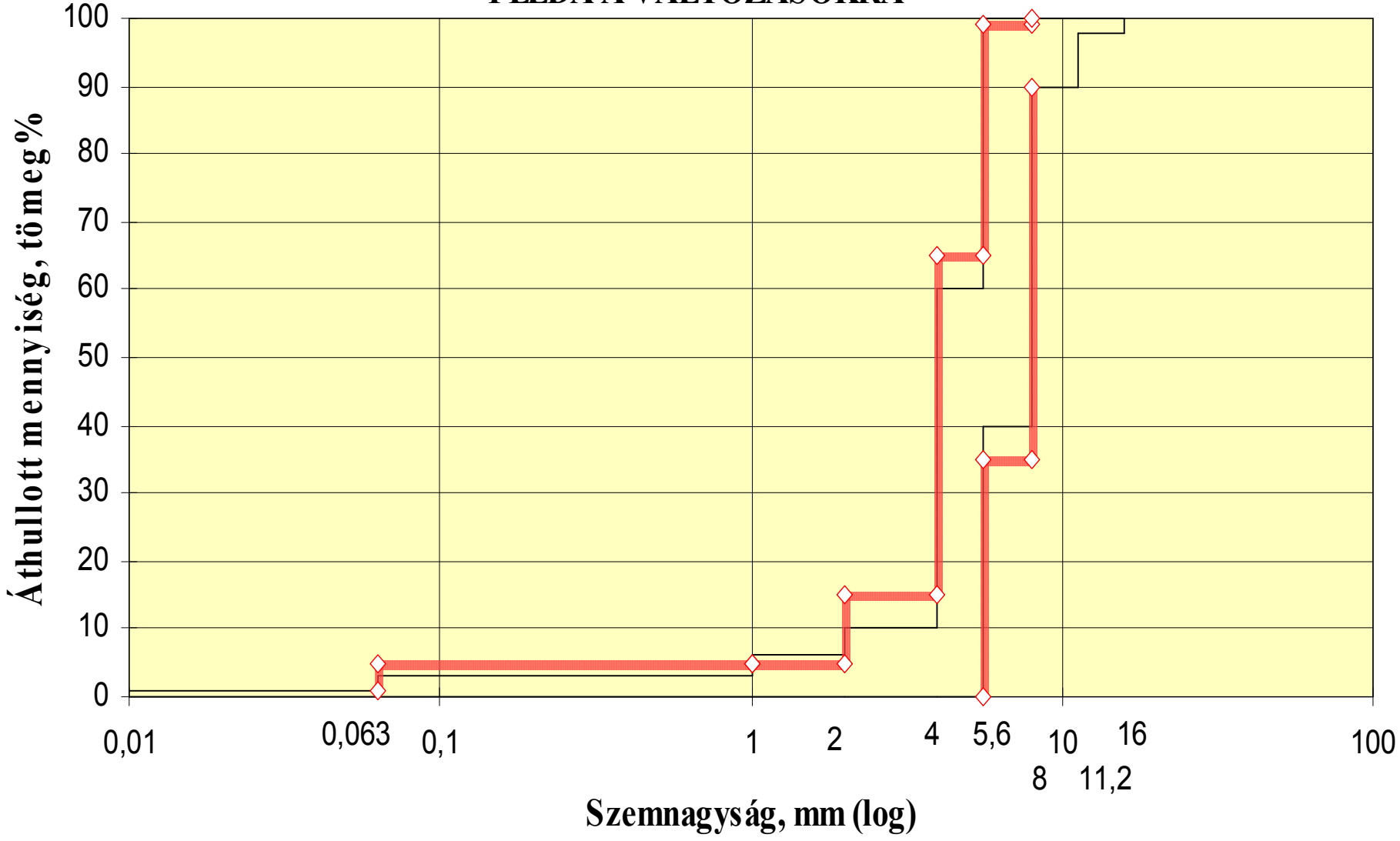


KZ 4/8 (Gc90/15) jelű (aszfalt)útépítési zúzottkő

szemmegoszlási követelménye

ÚT 2-3.601:2006 (-1:2008) útügyi műszaki előírás szerint

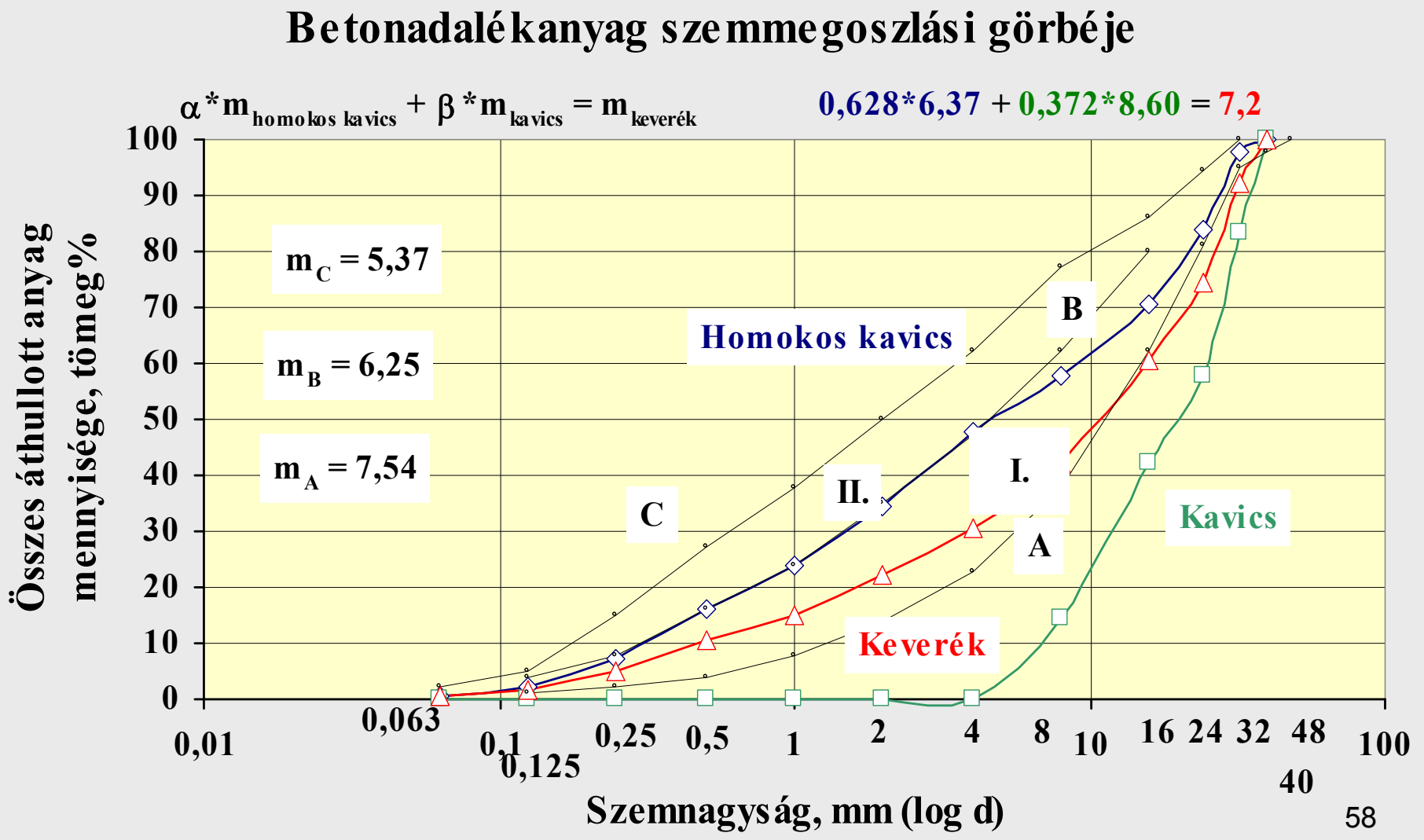
PÉLDA A VÁLTOZÁSOKRA



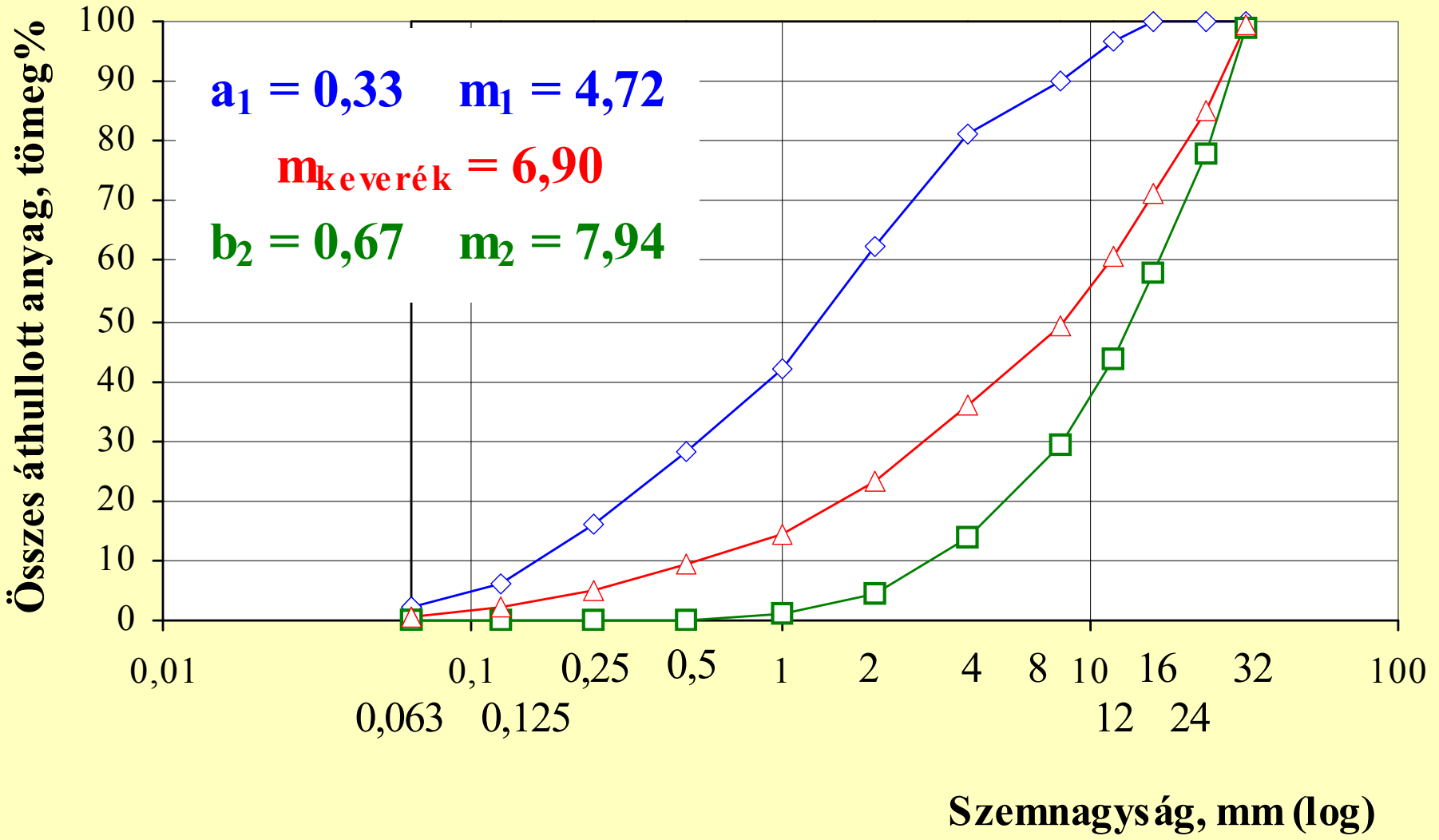
Szemmegoszlási jellemzők és ellenőrző előírások megnevezése *Az 1998, 2006, 2008 évek előírásainak összehasonlítása KZ 4/8 termék esetén*		UKZ 5/8 1998 KZ 4/8 2006 (G_C90/10, f_1, SI_{20} (ÚT))	2006 2008 (G_C90/15)
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg %)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D=11,2 mm) feletti rész legfeljebb	Ø 2	2
	Névleges felső méret (D=8 mm) feletti rész legfeljebb	12 10	9
	Közbenső ellenőrző szita (D/1,4=11,2 mm) feletti rész	Ø 40 - 60	35 - 65
	Névleges alsó méret (d=4 mm) alatti rész legfeljebb	10	15
	Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita (d/2=2 mm) alatti rész legfeljebb	6	5
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	3	–
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	0,8 1	1

2006 évi és a 2008. évi előírás szigorúbb az 1998. évinél	**2006.** évi előírás lazább az 1998. évinél	**2008. évi előírás lazább a 2006. évinél**

A betonadalékanyag szemmegoszlásáról…



Szemmegoszlási görbék



$$a_1 \cdot m_1 + b_2 \cdot m_2 = m_{keverék}$$

A felező sita lyukbőségének a helye az abszcissza tengelyen

$x = 0{,}585 \cdot y$

Magyarázat, példa:

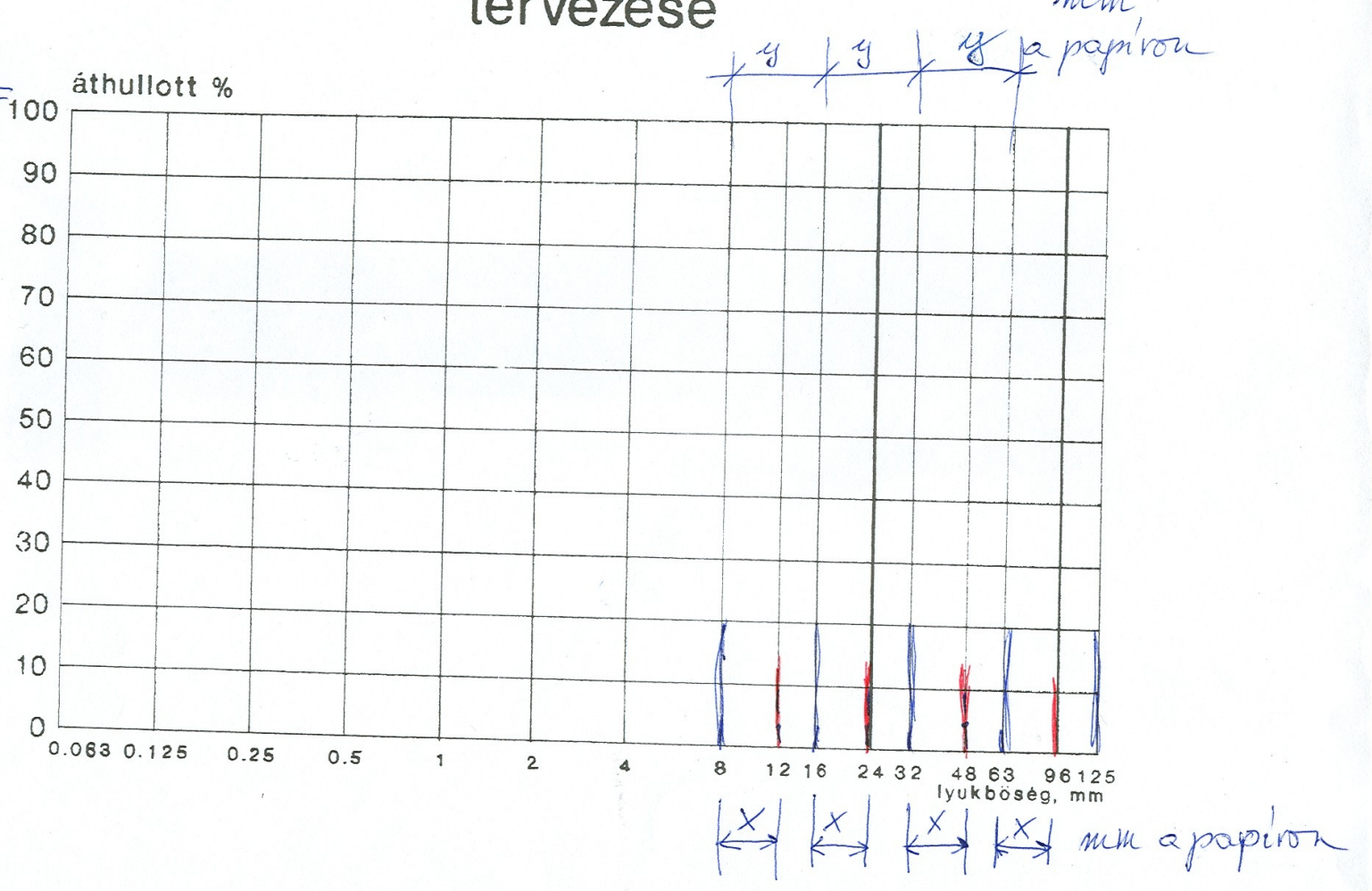
$$\frac{x}{y} = \frac{\lg 24 - \lg 16}{\lg 32 - \lg 16} =$$

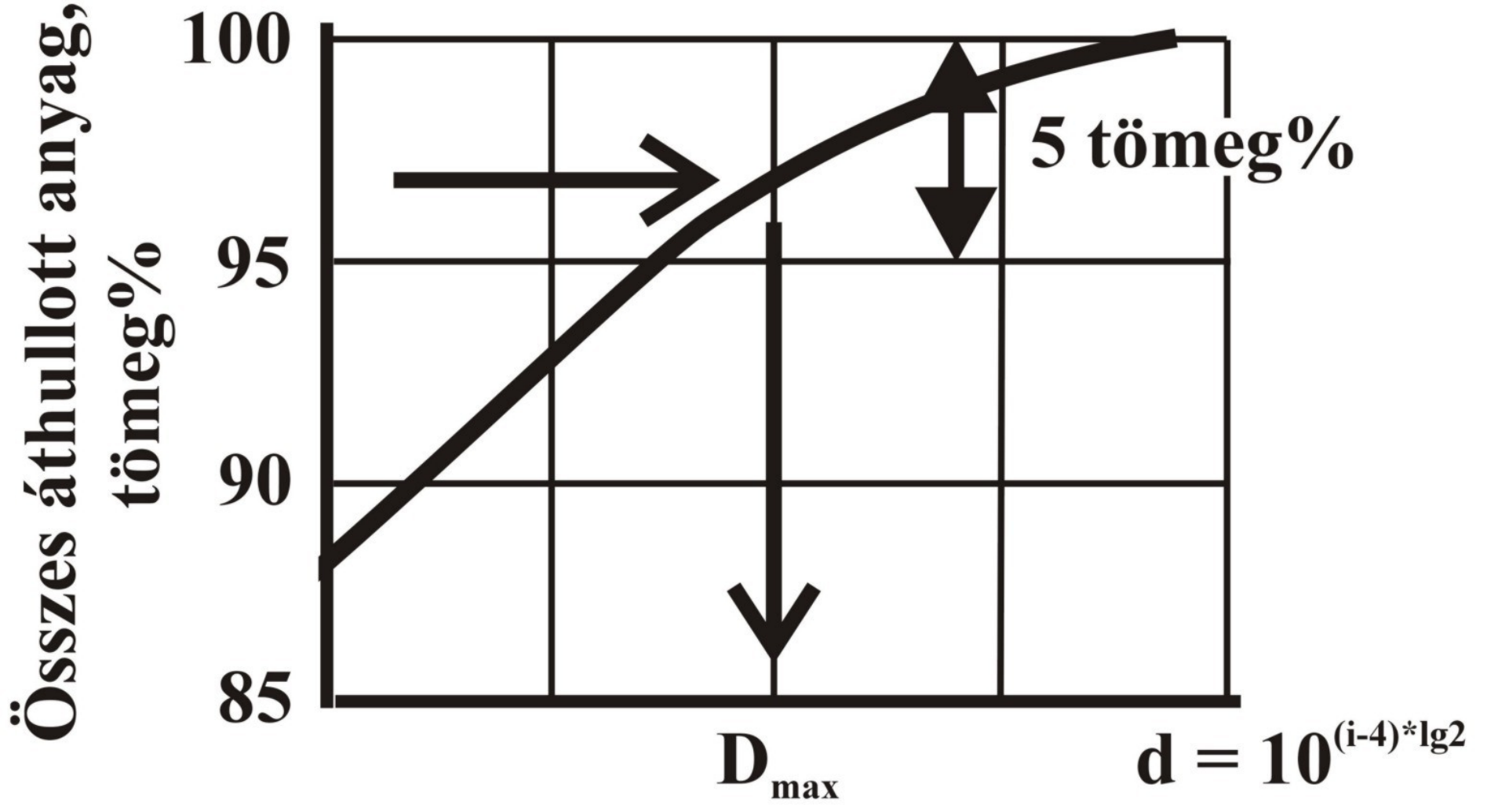
$$= \frac{\lg 1{,}5}{\lg 2} =$$

$$= \frac{0{,}1761}{0{,}3010} \approx$$

$$\approx 0{,}585$$

Bármely felezősita esetén




Összes áthullott anyag, tömeg%
100
95
90
85
5 tömeg%
D_{max}
$d = 10^{(i-4)*lg2}$
ahol i = 0, 1, 2, 3...n
Szemnagyság, lgd

NAD → A D_{max} értéke nem lehet nagyobb, mint a következő három adat közül a legkisebb:

- **a szerkezetrész legkisebb méretének *egyharmada*;**
- **a névleges betonfedés, c_{nom} *kétharmada*;**
- **az acélbetétek egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) *kétharmada*.**

c_{nom} = Általában legalább 35-40 mm

c_{nom}

Δc_{dev}

c_{min}

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

MSZ 4798-1:2004

Beton környezeti osztálya	Legkisebb betonfedés [c] c_{min} mm		Kötelező ráhagyás [d] Δc_{dev}, mm
	Betonacél	Feszítőbetét	
X0	10 [a]	10 [b]	10
XC1	10 [a]	20 [b]	10
XC2 – XC3	20 [a]	30 [b]	15
XC4	25 [a]	35 [b]	15
XD1 és XS1	30 [a]	40 [b]	15
XD2 és XS2	35 [a]	45 [b]	15
XD3 és XS3	40 [a]	50 [b]	15
XF1 – XF4 XA1 – XA3 XV1(H)-XV3(H)	45	55	15
XK1(H)–XK4(H)	50	60	15

Ezeket az értékeket a DIN 1045-1 szabvány-ból vettük át, de lazábbak, mint amit az MSZ EN 1992-1-1 (Eurocode 2) előír!

A DIN 1045-1:2008 és – feltehetőleg onnan átvéve – az MSZ 4798-1:2004 szabványban szereplő betonfedések az S3 vagy 3. jelű szerkezeti osztályhoz (Anforderungsklasse) tartoznak, amelyben az MSZ EN 1990:2005 szabvány szerint a használati tervezési élettartam 15-30 év (mezőgazdasági és hasonló szerkezetek). Az 50 év használati tervezési élettartamú építmények (épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek) S4 vagy 4. jelű, a 100 év használati tervezési élettartamú építmények (monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek) S5 vagy 5. jelű szerkezeti osztályúak.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány környezeti osztályai 50 év használati tervezési élettartamot feltételeznek.

Az S3. és az S4. szerkezeti osztályok betonfedése közötti eltérés 5 mm.

A betonfedés szükséges mértéke az MSZ EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2 szerint, ha a szerkezet tervezett használati élettartama 50 év

Környezeti osztály	Legkisebb betonfedés [c] c_{min} mm		Kötelező ráhagyás [d] Δc_{dev}, mm
	Betonacél [a]	Feszítőbetét [b]	
X0	10	10	10
XC1	15	25	10
XC2 – XC3	25	35	15
XC4	30	40	15
XD1, XS1, XA1, XV1(H)	35	45	15
XD2, XS2, XA2, XV2(H)	40	50	15
XD3, XS3, XA3, XV3(H)	45	55	15
XF1	30	40	15
XF2 – XF3	35	45	15
XF4	40	50	15
XK1(H) – XK4(H)	50	60	15

Jel	Környezeti hatás	
XC1	Karboná-tosodási korrózió hatása	Száraz vagy tartósan nedves környezet
XC2 – XC3		Nedves, ritkán száraz – Mérsékelten nedves
XC4		Váltakozva nedves és száraz
XS1 – XS3	Tengervízből származó kloridok korróziós hatása	
XD1 – XD3	Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása	
XF1	Fagy- és olvasztósó hatása	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszer nélkül
XF2		Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel
XF3		Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszerrel
XF4		Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel
XF2(H)–XF3(H)		Jégolvasztó sózással és anélkül, légbuborékképzőszer nélkül
XA1 – XA3	Kémiai korrózió, például szulfátkorrózió hatása	
XK1(H)–XK4(H)	Kopásállóság igénye	
XV1(H)–XV3(H)	Vízzáróság igénye	

Ha a karbonátosodás eléri a betonacélt, akkor annak megszűnik a lúgos környezete, és nedvesség + levegő jelenlétében el kezd korrodálni.

További megjegyzés:
A karbonátosodott zónában a klorid-ion (pl. jégolvasztó-só) a cementkőben nem kötődik meg, és a klorid nedvszívó hatása folytán növekszik a víztartalom.

Fogalom-meghatározás:
Minden cementkő tartalmaz szabad kalcium-hidroxidot. A beton felszíne érintkezik a levegővel, és a felszín közelében a cementkő szabad kalcium-hidroxid-tartalma a levegő szén-dioxid-tartalmával először kalcium-hidrokarbonáttá, majd víz felszabadulása közben semleges kémhatású kalcium-karbonáttá alakul:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

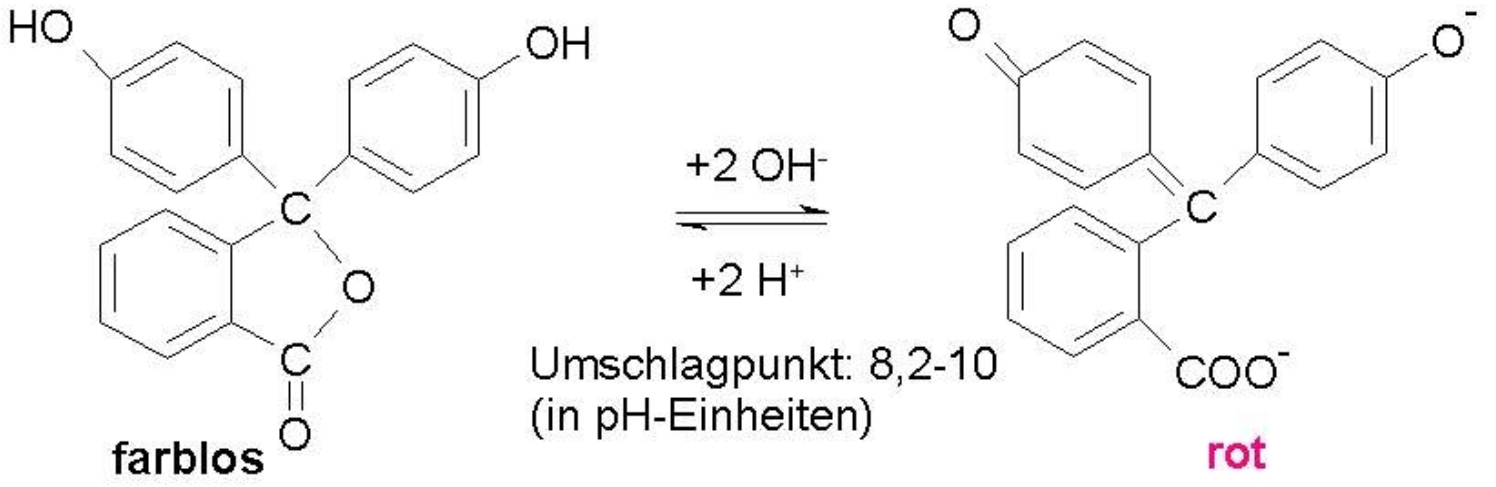
Leváló félben lévő betonfedés

Fenolftalein-oldatos vizsgálat
Betonfedés
A karbonátosodás
elérte az acélbetétet
3A.
2008/3/10 12:01

Sav-bázis indikátorok színátcsapása *(Ebbing: General Chemistry, 1987)*

A beton friss törésfelületét alkoholos fenolftalein oldattal ecseteljük. Az oldat hatására a beton törésfelületének nem-karbonátosodott, azaz lúgos kémhatású, mintegy 9 pH értéknél (nagyobb) bázikusabb része lila (kárminvörös) színűre változik. A beton felszínéhez közeli, színét nem változtató része karbonátosodott, és ebből a karbonátosodás mélysége megállapítható.

Magyarázat: A fenolftalein [$C_{20}H_{12}O_2(OH)_2$] színtelen, szagtalan, ízetlen por. Vízben nem oldódik. Lúgok sóképzés közben oldják. Lúgos oldata kárminvörös, savas és semleges közegben színtelen.



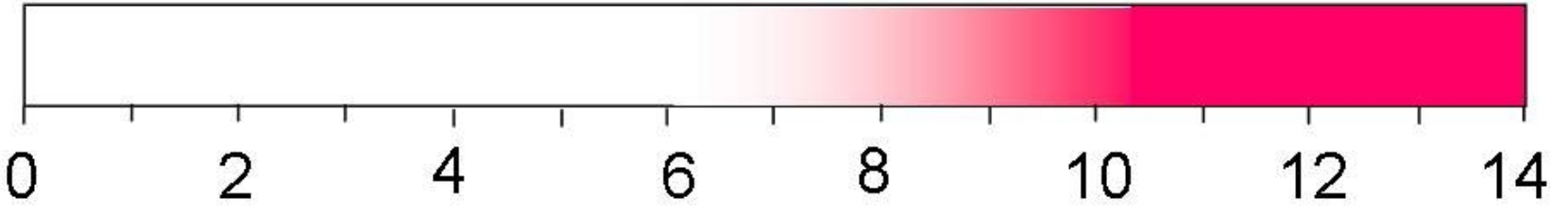
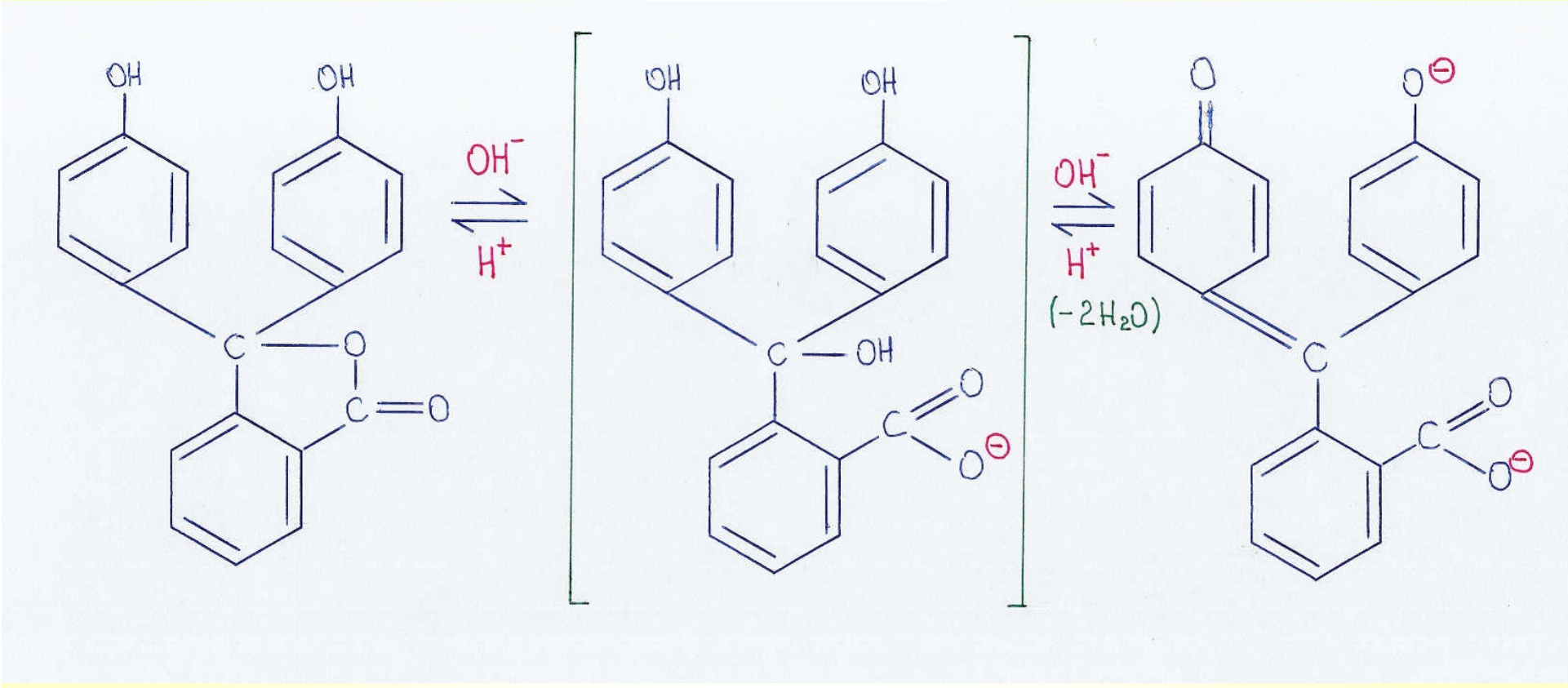


Abb.: Dissoziation von Phenolphtalein (pKs 9,4)

http://www.chempage.de/lexi/phenolphthalein.htm

A fenolftalein működési mechanizmusa

COOH + H + H + H



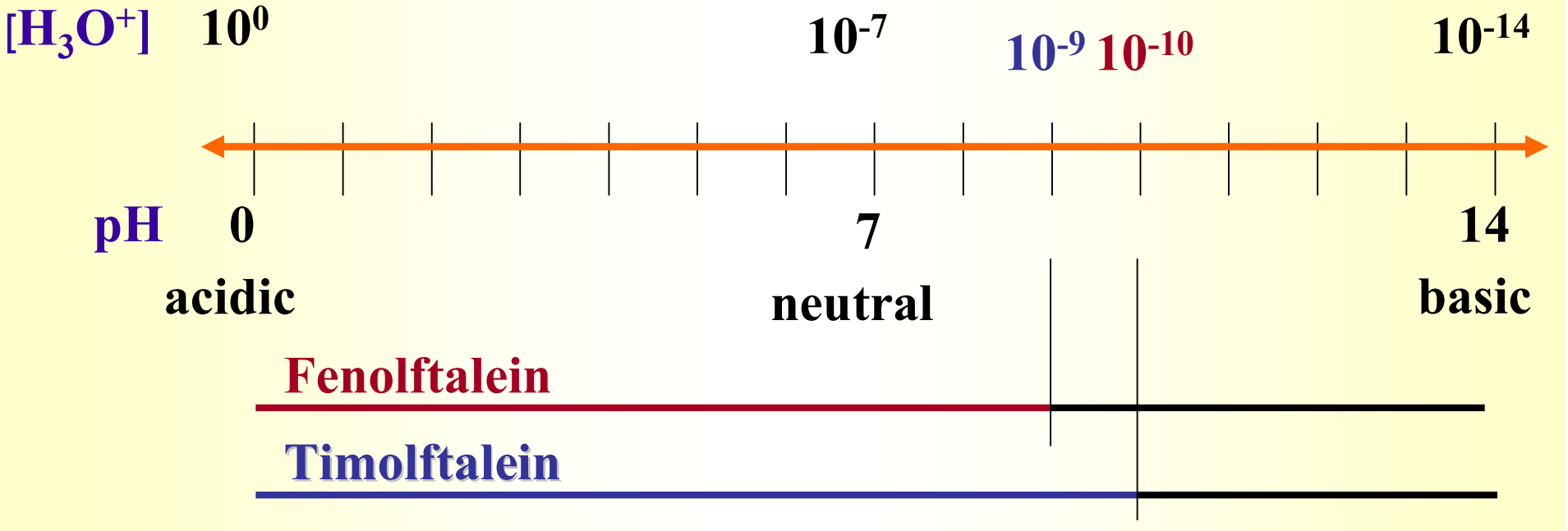
Színtelen (savas forma)

Átmeneti színtelen pH = 8,2 – 10,0

Kármin vörös (bázikus forma)

A timolftalein jobb a fenolftaleinnél

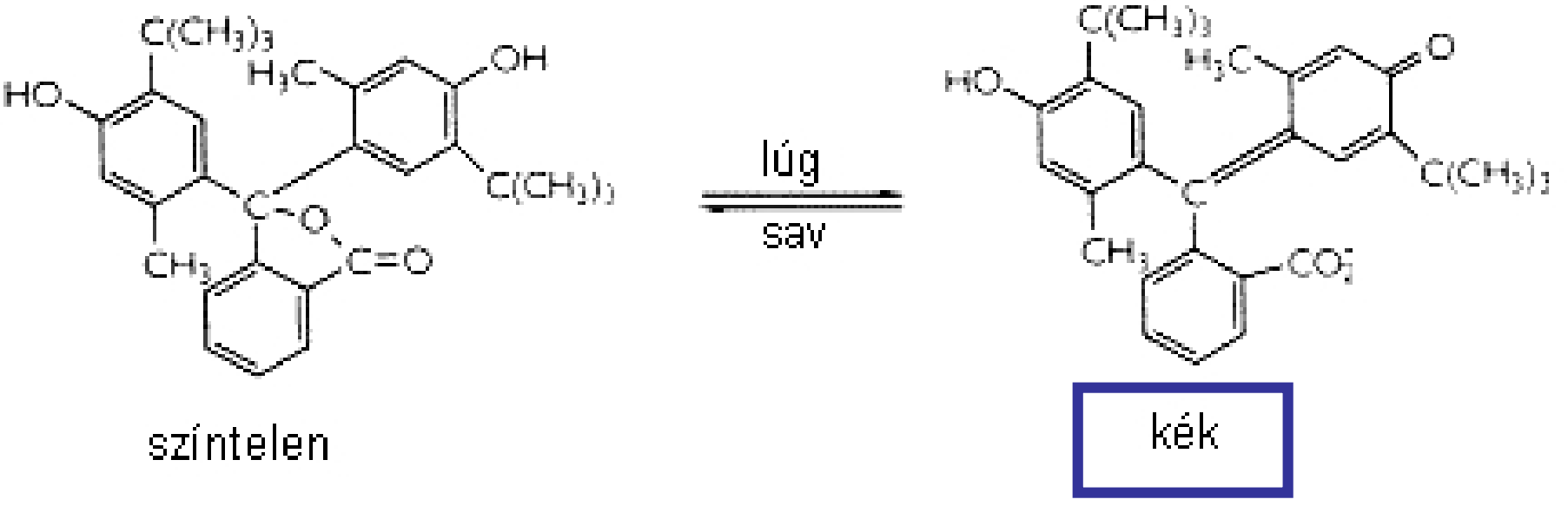
Azért, mert a biztonság javára van, hogy pH = 9 értéknél már semlegességet, azaz karbonátosodást mutat (már pH = 10 értéknél elszíneződik), szemben a fenolftaleinnel, amely csak pH = 9 értéknél színeződik el és 9-10 pH érték között lúgosságot jelez (tehát azt, hogy nincs karbonátosodás).



pH skála, $pH = - \log [H_3O^+]$

A timolftalein működési mechanizmusa

$$COOH + CH(CH_3)_2 + H + CH_3$$



Átmenet
pH = 8,3 – 10,5

Az *Abrams*-féle finomsági modulus

a szemmegoszlási görbe feletti

Hummel-féle

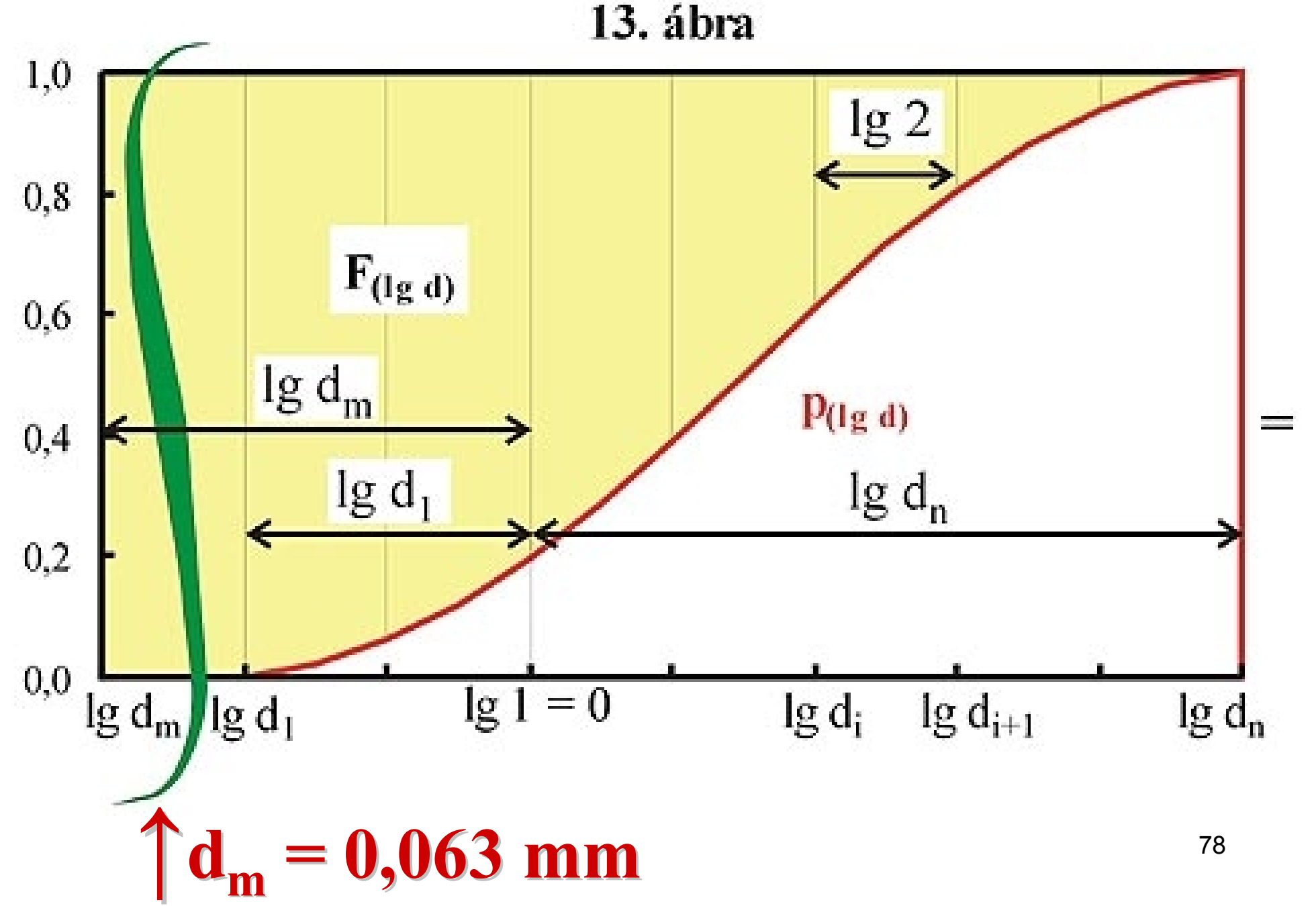
$F = (\log 2 \cdot \Sigma b_i)/100$

területtel arányos,

nevezetlen szám:

$m = \Sigma b_i/100$

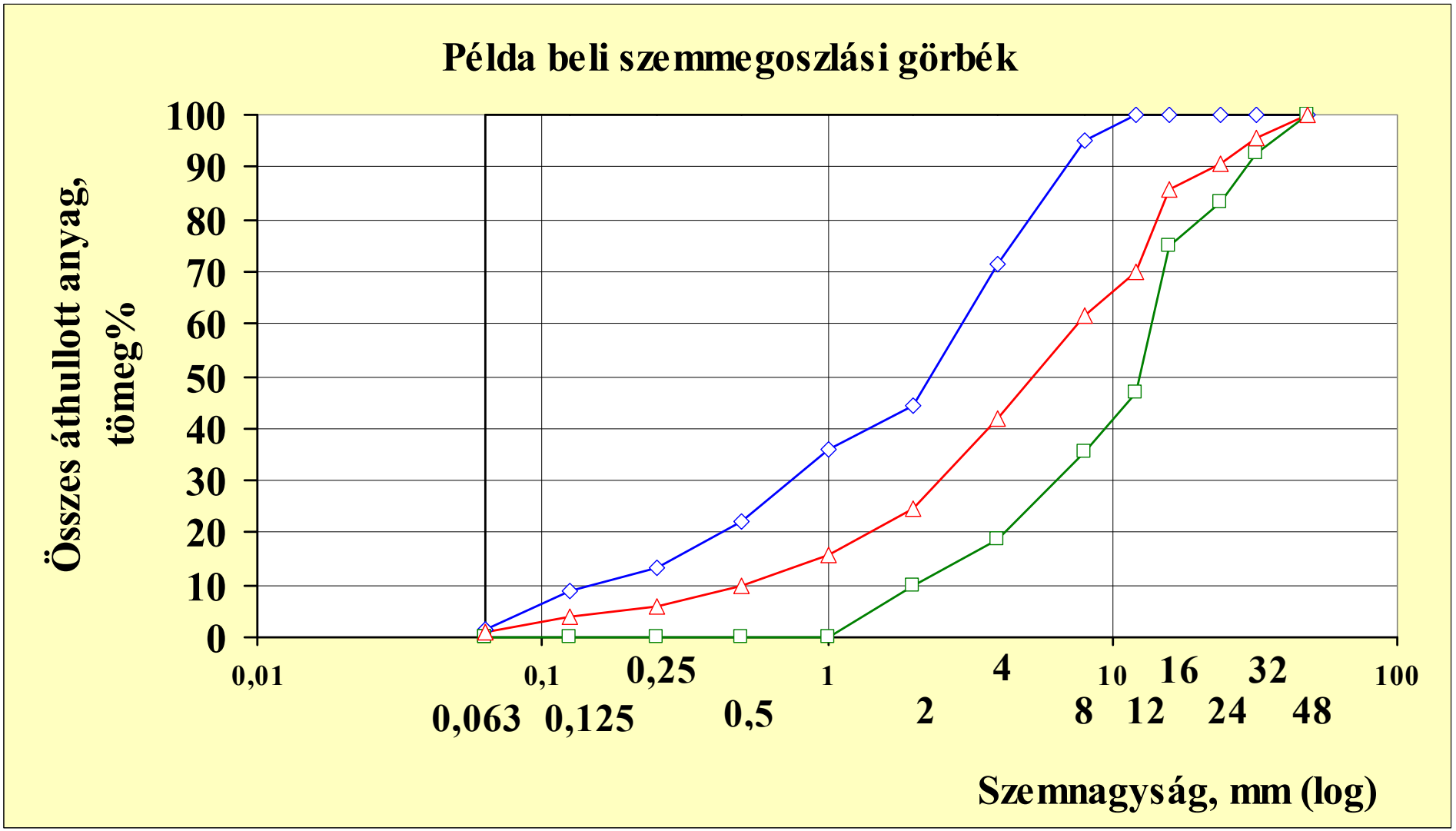
ha – Magyarországon – a kezdő abszcissza: $d_m = 0{,}063$ mm


13. ábra
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
lg 2
F(lg d)
lg dm
lg dl
P(lg d)
lg dn
=
lg dm
lg dl
lg 1 = 0
lg di
lg di+1
lg dn
↑dm = 0,063 mm

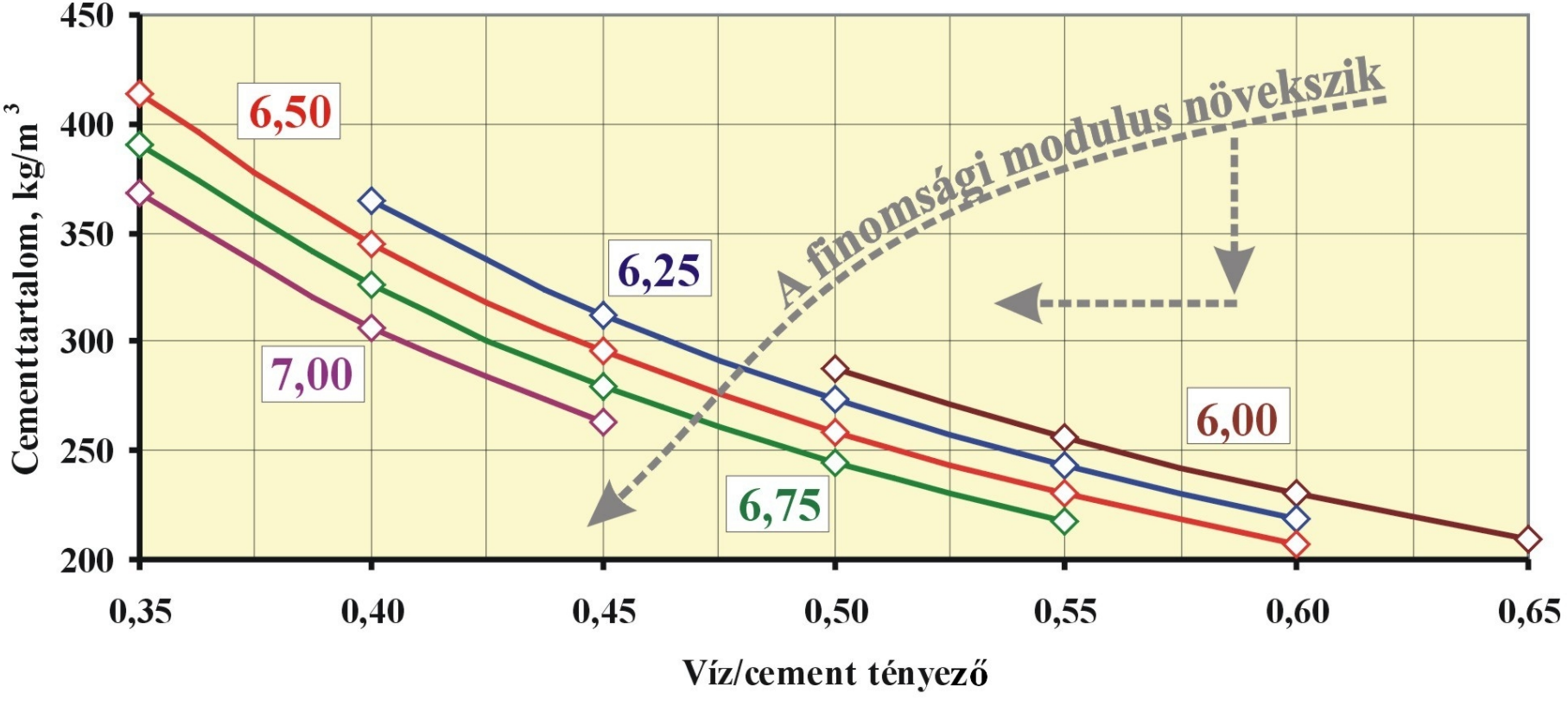
Példa az adalékanyag szemmegoszlásának tervezésére két részhalmazból

Szem-nagyság	a) szemhalmaz: finom homokos kavics				b) szemhalmaz: durva homokos kavics				ΣÁthull. részmenny.		Tervezett keverék	
	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	α*Σáth$_{finom}$	β*Σáth$_{durva}$	ΣÁthull.	ΣFennm.
mm	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%
32	0	0	0,0	100,0	286	7,6	7,6	92,4	43,3	52,4	95,7	4,3
24	0	0	0,0	100,0	335	8,9	16,5	83,5	43,3	47,3	90,6	9,4
16	0	0	0,0	100,0	322	8,6	25,1	74,9	43,3	42,5	85,8	14,2
12	0	0	0,0	100,0	1057	28,1	53,2	46,8	43,3	26,5	69,8	30,2
8	203	4,8	4,8	95,2	417	11,1	64,4	35,6	41,2	20,2	61,4	38,6
4	996	23,7	28,5	71,5	628	16,7	81,1	18,9	31,0	10,7	41,7	58,3
2	1144	27,2	55,6	44,4	338	9,0	90,1	9,9	19,2	5,6	24,8	75,2
1	353	8,4	64,0	36,0	373	9,9	100,0	0,0	15,6	0,0	15,6	84,4
0,5	579	13,7	77,8	22,2	0	0	100,0	0,0	9,6	0,0	9,6	90,4
0,25	366	8,7	86,5	13,5	0	0	100,0	0,0	5,9	0,0	5,9	94,1
0,125	199	4,7	91,2	8,8	0	0	100,0	0,0	3,8	0,0	3,8	96,2
0,063	299	7,1	98,3	1,7	0	0	100,0	0,0	0,7	0,0	0,7	99,3
0,0	72	1,7	100,0	0,0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Összesen	4211	100,0			3756	100,0			Legnagyobb szemnagyság:			32 mm
									Ellenőrzés, $m_{tervezett}$ =			6,55

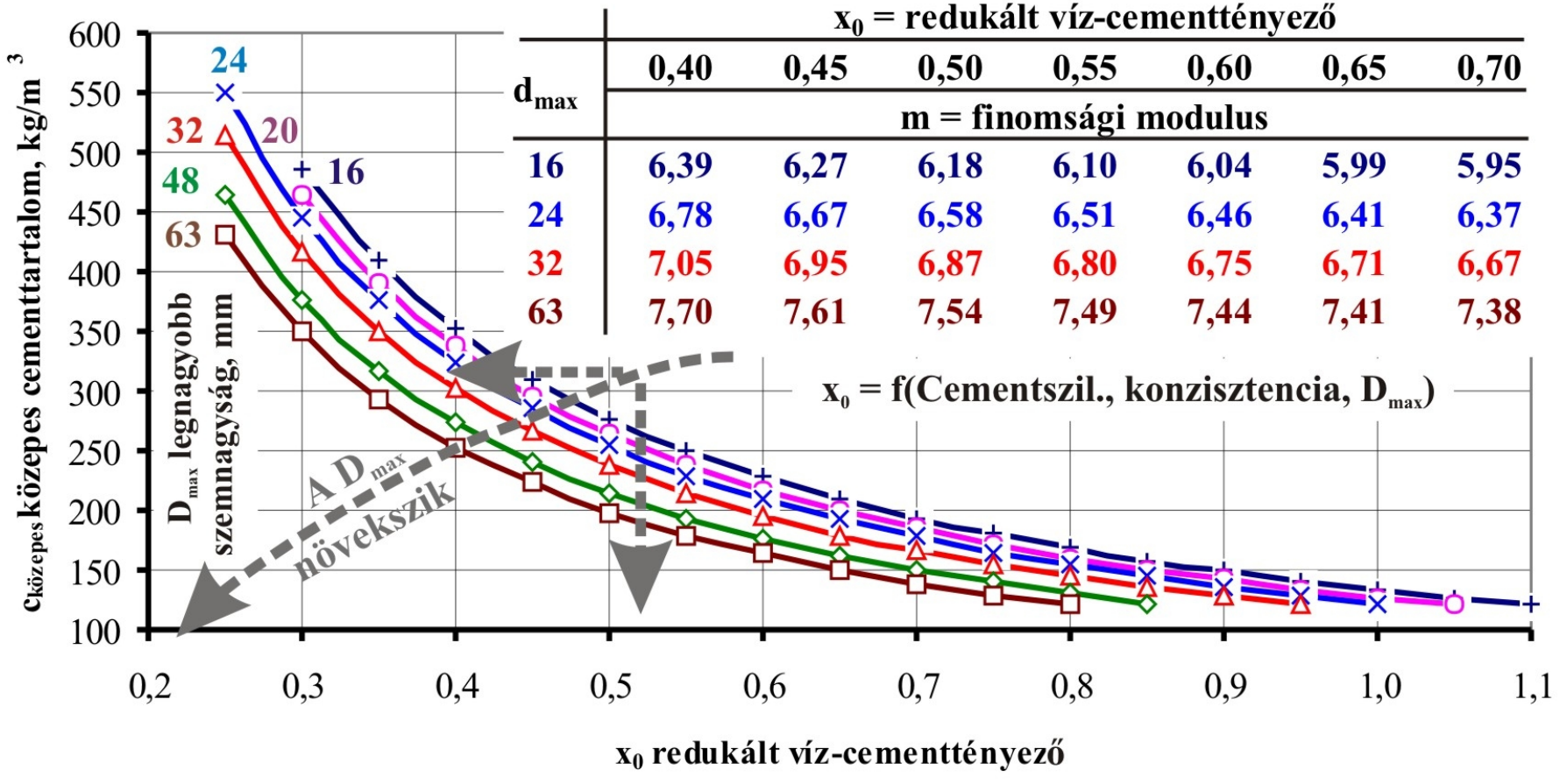
Legnagyobb szemnagyság:	8 mm		48 mm
Finomsági modulus:	5,07	$m_{tervezett}$ = 6,55	7,68
Szemhalmaz tervezett részaránya:	α_{finom}= 0,433		β_{durva}= 0,567


Példa beli szemmegoszlási görbék
Összes áthullott anyag, tömeg%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0,01
0,063
0,1
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
10
12
16
24
32
48
100
Szemnagyság, mm (log)

A finomsági modulus, a cementtartalom és a víz/cement tényező kapcsolata CEM 42,5 jelű cement, földnedves konzisztencia és D_{max}=24 mm esetén



A kavicsbeton közepes cementtartalma a redukált víz-cementtényező és a legnagyobb szemnagyság függvényében



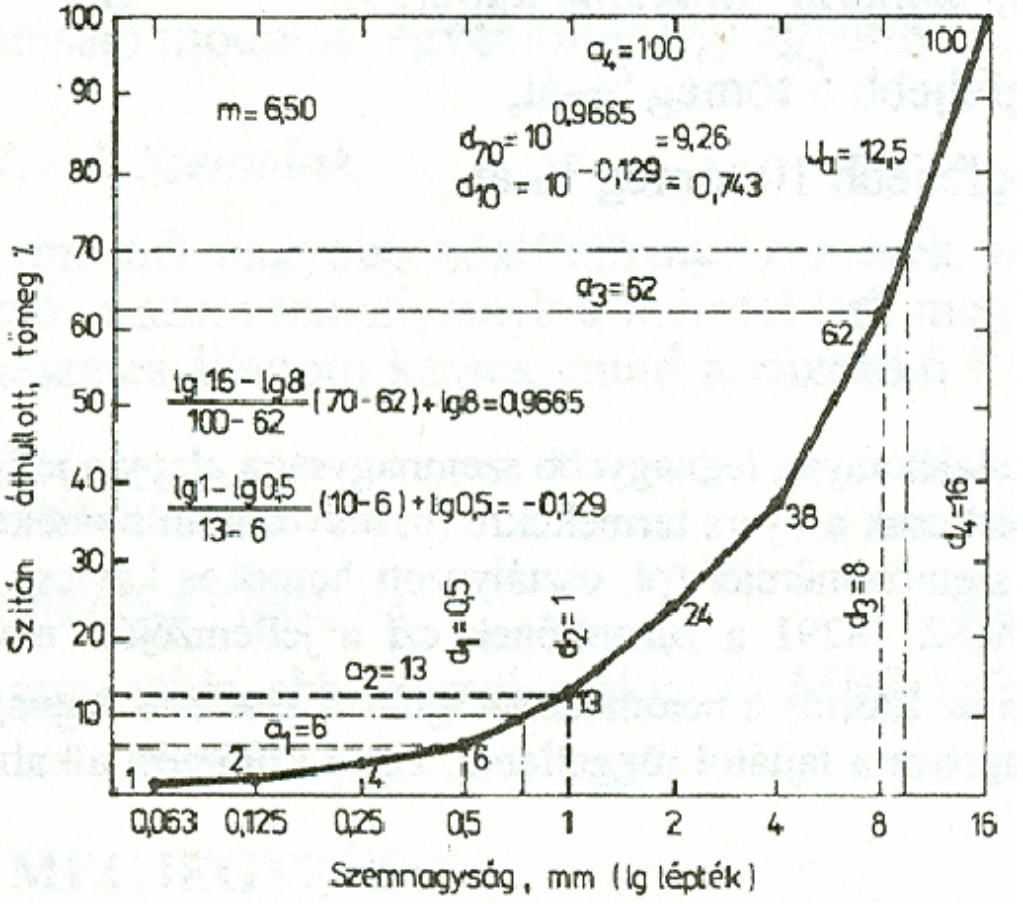
d_{max}	x_0 = redukált víz-cementtényező						
	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
	m = finomsági modulus						
16	6,39	6,27	6,18	6,10	6,04	5,99	5,95
24	6,78	6,67	6,58	6,51	6,46	6,41	6,37
32	7,05	6,95	6,87	6,80	6,75	6,71	6,67
63	7,70	7,61	7,54	7,49	7,44	7,41	7,38

Egyenlőtlenségi együttható

Az adalékanyag szemmegoszlásának egy további jellemzője, amelyet az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a szemmegoszlási görbe 70 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{70}) és a szemmegoszlási görbe 10 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{10}) hányadosaként kell kiszámítani. Jele: $U_{70/10}$

Egyenlőtlenségi együttható számításmódja

$$U = \frac{d_{70}}{d_{10}}$$

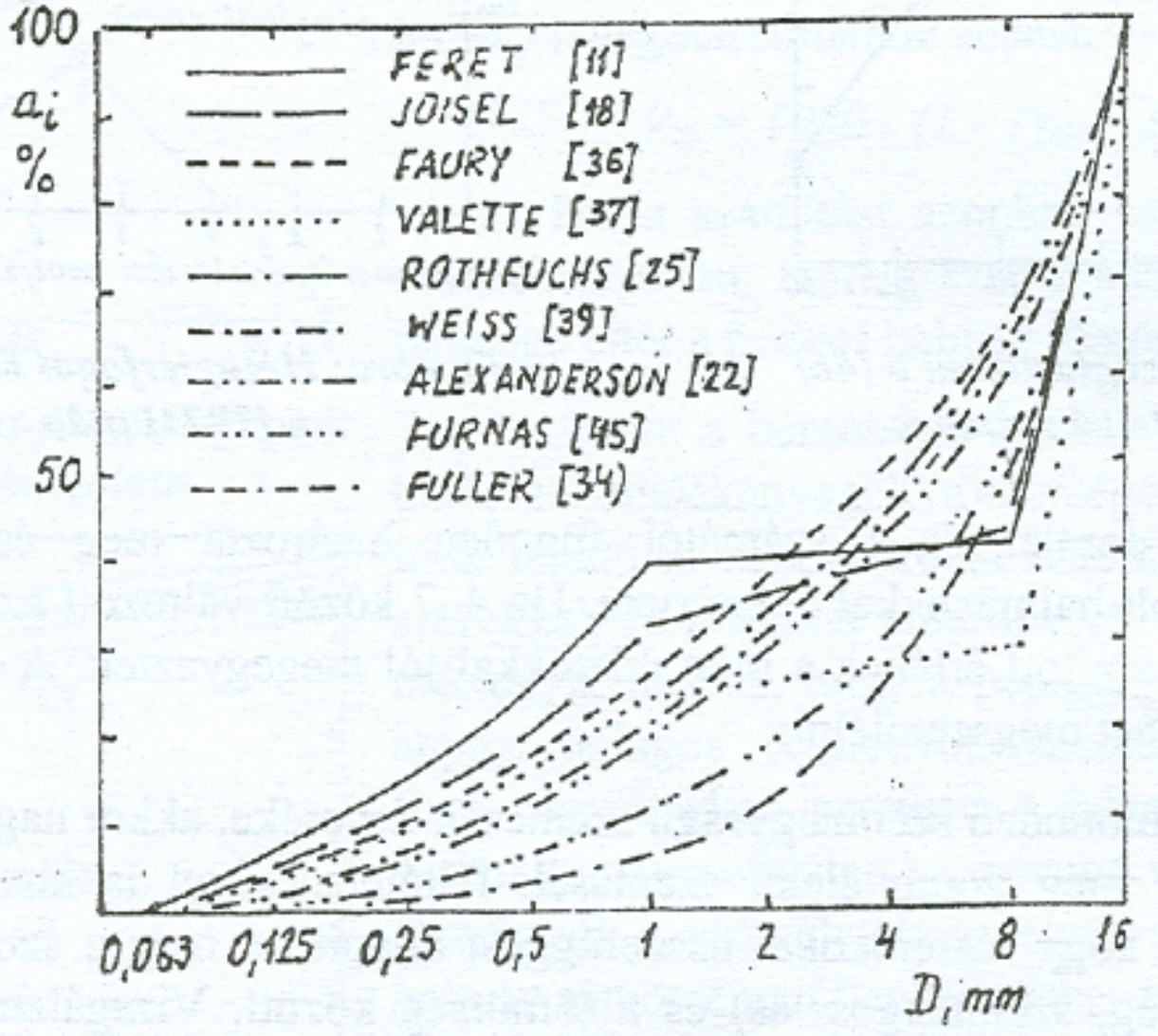


$$y_{70} = \frac{\lg d_4 - \lg d_3}{a_4 - a_3} \times (70 - a_3) + \lg d_3 \qquad \text{és} \qquad d_{70} = 10^{y_{70}}$$

$$y_{10} = \frac{\lg d_2 - \lg d_1}{a_2 - a_1} \times (10 - a_1) + \lg d_1 \qquad \text{és} \qquad d_{10} = 10^{y_{10}}$$

Forrás: Ujhelyi János: A beton struktúrájának és nyomószilárdságának a tervezése. Akadémiai doktori értekezés, 1989; MÉASZ ME-04.19:1995, 3.2.1.1.5. szakasz

Ha az adalékanyag szemmegoszlása lépcsős jellegű, akkor az egyenlőtlenségi együttható *nagy*,
ha homokszegény, akkor az egyenlőtlenségi együttható *kicsi*, *de* > *1,0*
ha pedig egyszemcsés, akkor *1,0*.

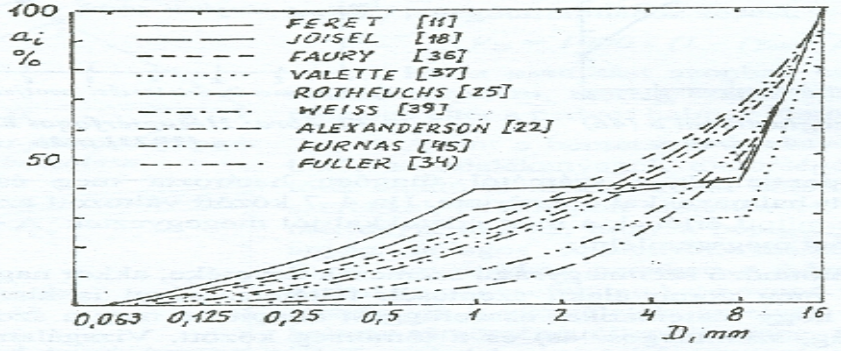


33. ábra : A 10. táblázat szerinti szemmegoszlások

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.

10. táblázat: A legtömörebb vázat adó szemmegoszlások

Hivatkozott irodalom	0-1	1-8	8-16	m	U
	mm, tömeg %				
Feret [1892]	39	2	59	5,91	69
Joisel [1952]	32	11	57	6,12	56
Faury [1958]	29	41	30	5,69	32
Valette [1963]	25	5	70	6,58	44
Rothfuchs [1956]	25	46	29	5,14	29
Weiss [1965]	23	45	32	5,82	40
Alexanderson [1971]	21	40	39	6,23	25
Furnas [1931]	11	42	47	6,74	12
Fuller [1907]	6	44	50	6,95	7



33. ábra : A 10. táblázat szerinti szemmegoszlások

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.

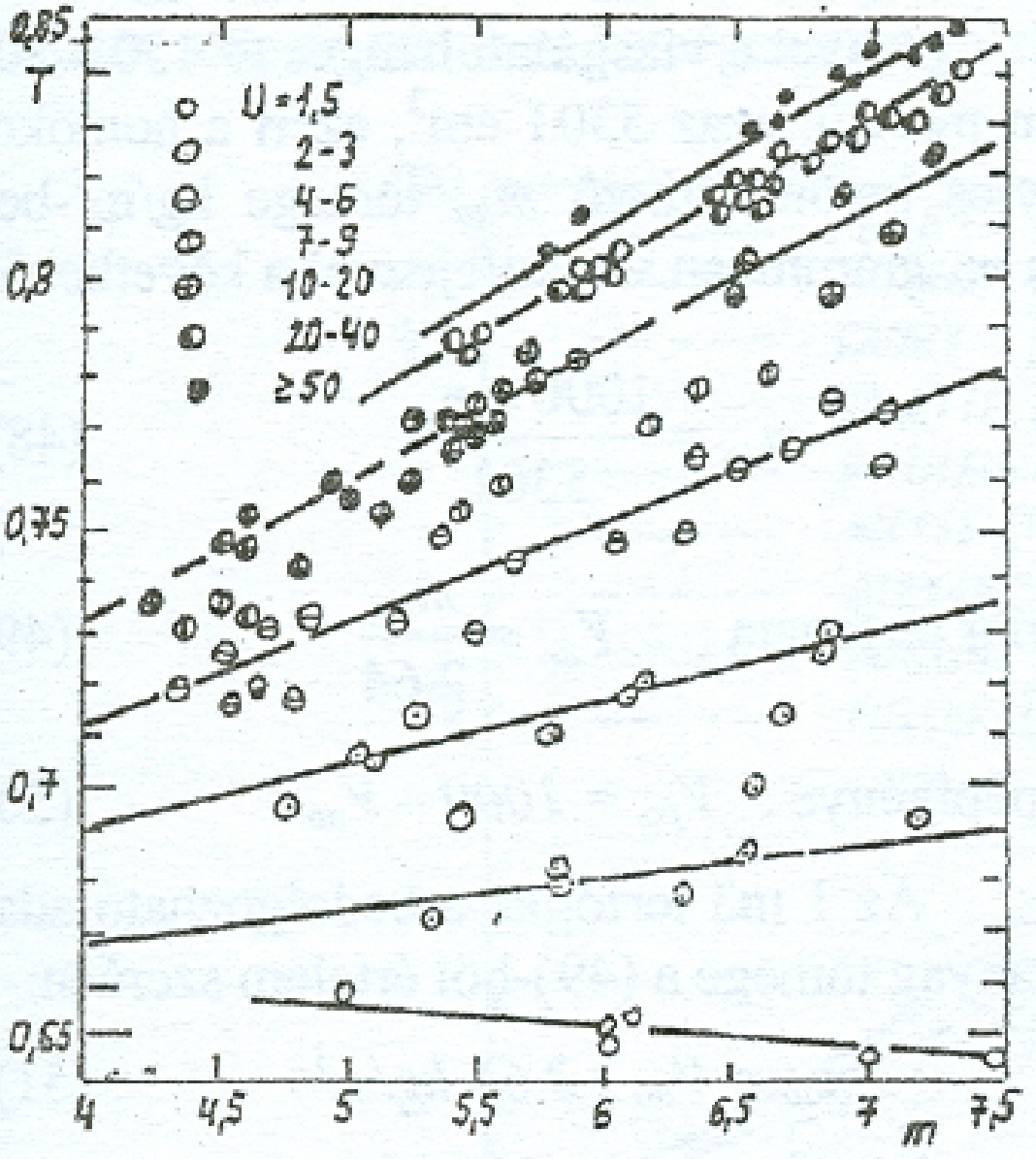
A beton adalékanyagok szemmegoszlási határgörbéinek egyenlőtlenségi együtthatói

Legnagyobb szemnagyság mm	Szemmegoszlási határgörbe jele		
	A	B	C
	$U_{70/10} = d_{70}/d_{10}$ egyenlőtlenségi együttható		
8	11	18	16
12	11	22	20
16	14	22	28
20	14	27	27
24	14	32	28
32	15	38	40
48	16	46	41
63	20	59	49

Azonos (pl. I. osztályú) finomsági modulust eltérő (pl. az „A” határgörbét a durva szemek tartományában lefelé, a „B” határgörbét a közepesen finom szemek tartományában felfelé átlépő) szemmegoszlással is el lehet érni, ilyenkor a különbség az $U_{70/10}$ egyenlőtlenségi együtthatóban jelenik meg.

Az adalékanyag halmaztömörsége (*T*) a finomsági modulus (*m*) és az egyenlőtlenségi együttható (*U*) függvénye.
A halmaztömörség pedig meghatározza az adalékanyag cementpép-igényét.

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.



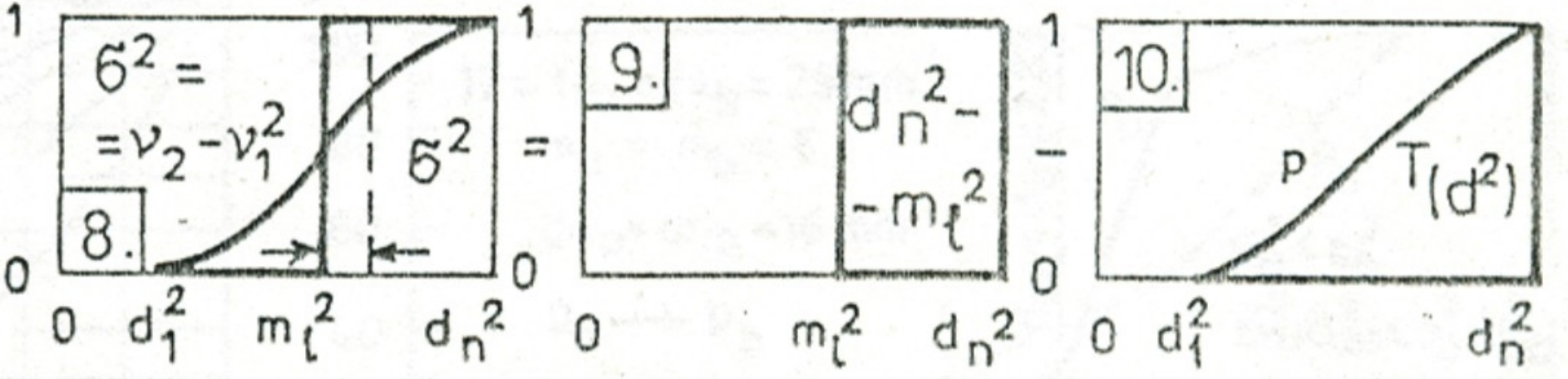
35. ábra : Az adalékanyagok tömörségvizsgálatának az eredményei

Az U egyenlőtlenségi együttható természetéből következik, hogy az arányos a szemmegoszlás szórásával (σ), és lényegében fordítva arányos az adalékanyag (térfogati) fajlagos felületével (f_v).

Szélső esetben, azaz egyszemcsés halmaz esetén, ha a szemnagyság D, akkor

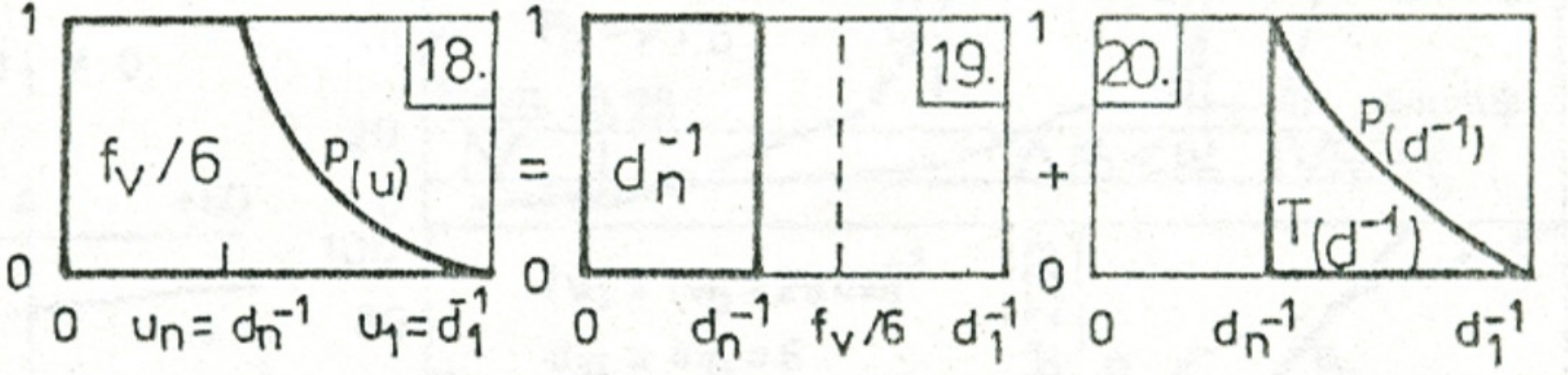
$$U = 1{,}0;\ \sigma = 0{,}0 \text{ és } f_v = 6 \cdot D^{-1}$$

Ha a szemmegoszlás-függvényt *négyzetes beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázoljuk, akkor a *szórásnégyzet* (σ^2) egyenlő a legnagyobb szemnagyság négyzete ($d_n^2=d_{max}^2$), a várhatóérték négyzete (m_ℓ^2) és a szemmegoszlási görbe $d_1^2=d_{min}^2$ és $d_n^2=d_{max}^2$ határú intervalluma alatti ($T_{(d^2)}$) terület különbségével.



Egyszemcsés szemmegoszlás esetén $d_1=d_n=D$; $m_\ell=D_{90}$ és $T_{(d^2)}=0$; tehát $\sigma^2=D^2-D^2-0=0$ és $U = 1{,}0$

A *térfogati fajlagos felület* (f_v) a szemhalmaz szemei külső felülete összegének és a szemek — a külső felület által határolt — térfogata összegének hányadosa. A térfogati fajlagos felület (f_v) a *reciprok beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe alatti terület ($T_{(d^{-1})}$) hatszorosával egyenlő.



Egyszemcsés szemmegoszlás esetén $d_1 = d_n = D$; m_ℓ=D és $(T_{(d^{-1})}) = 0$; tehát $f_v/6 = D^{-1}$, illetve $f_v = 6 \cdot D^{-1}$ és $U = 1{,}0$

FOGALMAK

Cementpép-igény az a cementpép (a cement és a víz keveréke) tartalom, amely az adott szemmegoszlású adalékanyag szemhalmaz tömör vázának a hézagait adott konzisztencia mellett éppen kitölti, és az adalékanyag-szemek felületét legfeljebb 0,1 mm vastagságban éppen bevonja.

Cementpép-tartalom alatt a friss betonban lévő cement és a víz *abszolút térfogatának* összegét értjük.

A betonadalékanyag vízigénye

A betonadalékanyag vízigénye a szemmegoszlás, az agyag-iszap tartalom, és az előállítandó beton konzisztenciájának függvénye. A vízigény meghatározására MÉASZ ME-04-19:1995 „Beton és vasbeton készítése” műszaki előírás 3.2.1.2.2. szakasza vizsgálati módszert és számítási képleteket közöl.

MAGYAR ÉPÍTŐANYAGIPARI SZÖVETSÉG

MŰSZAKI ELŐÍRÁS

BETON ÉS VASBETON KÉSZÍTÉSE

Hivatkozás: MÉASZ ME-04.19:1995

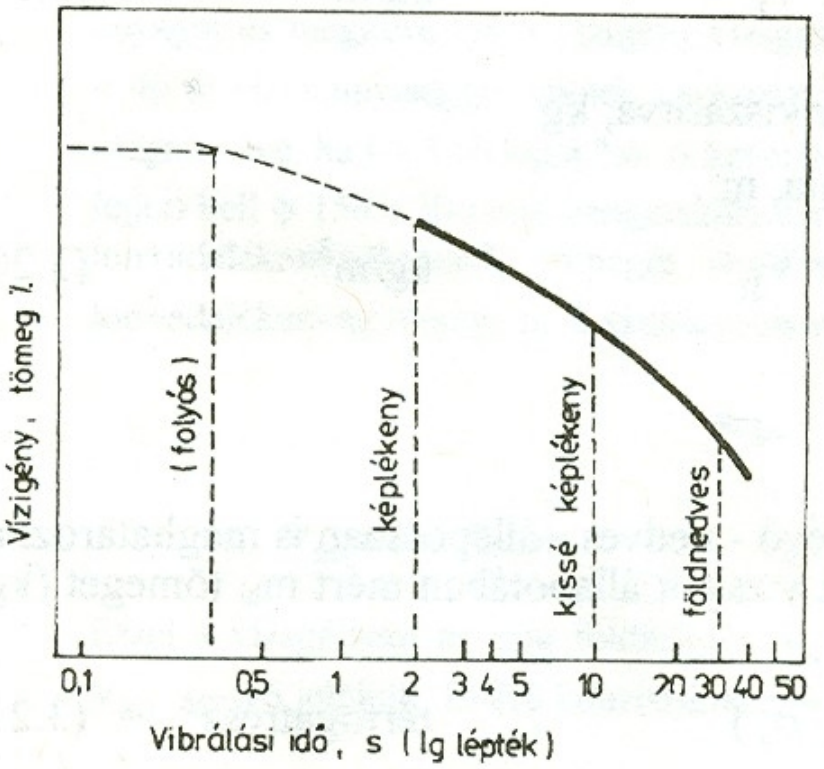
A legfeljebb 3 térfogat % agyag-iszapot tartalmazó homokos kavics vízigényének tájékoztató értéke tömegrészben a finomsági modulustól és a konzisztenciától függően a (3.12.)-(3.15.) képletekből számítható.

FN betonra:

$$w_{ao} = 0{,}217 \cdot e^{-0{,}204 \cdot m} \qquad (3.12)$$

3. fejezet

A beton alapanyagai



3.20. ábra : Az adalékanyag vízigényvizsgálatának az értékelése

KK betonra:

$$w_{ao} = 0{,}241 \cdot e^{-0{,}194 \cdot m} \qquad (3.13)$$

K betonra:

$$w_{ao} = 0{,}265 \cdot e^{-0{,}184 \cdot m} \qquad (3.14)$$

F betonra:

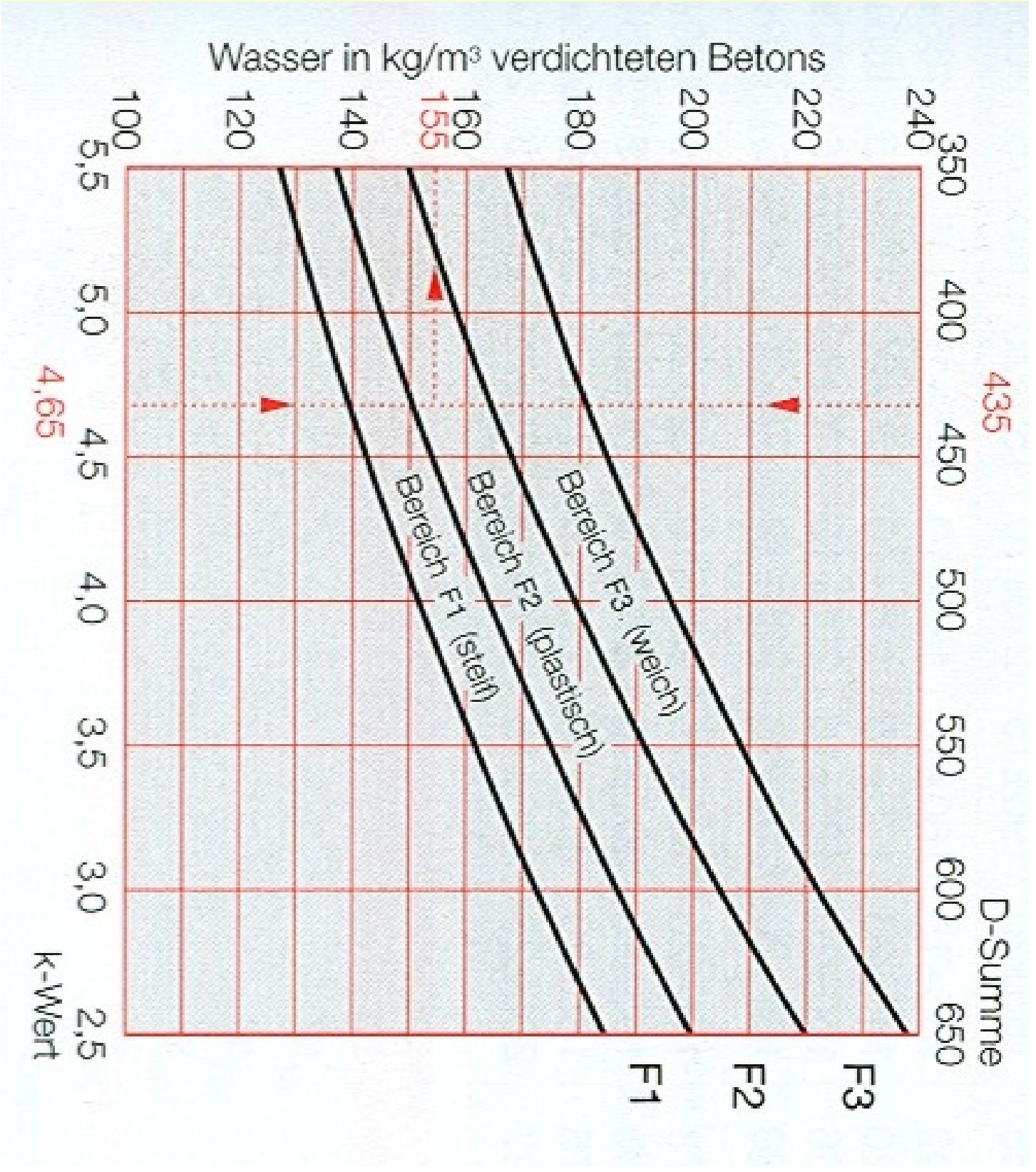
$$w_{ao} = 0{,}278 \cdot e^{-0{,}179 \cdot m} \qquad (3.15)$$

Ha a homokos kavics *f* agyag-iszap tartalma 3 térfogat %-nál több, akkor w_{ao} értékét az alábbiak szerint kell kiszámítani:

$$w_a = w_{ao} + (f - 3)\frac{e^{\sqrt[3]{\frac{1}{k_s}}}}{1400} \qquad (3.16)$$

ahol k_s = a konzisztencia víztartóképesség szerinti mérőszáma, s (lásd Előírás 5.2.2.1. fejezet).

Német vízigény-görbék
Forrás: Schwenk:
Betontechnische Daten, Ulm, 2006.



Német vízigény-táblázat. Forrás: Schwenk

Gesteinskörnung		Richtwerte für den Wassergehalt w in kg je m³ Frischbeton der Konsistenzen F1, F2 und F3 bei Gesteinskörnung mit					
		großem Wasseranspruch			geringem Wasseranspruch		
Siebliniе n. DIN 1045-2 Anh. L	Körnungsziffer **k**	F1	F2	F3	F1	F2	F3
A 63	6,15	120±15	145±10	160±10	95±15	125±10	140±10
A 32	5,48	130±15	155±10	175±10	105±15	135±10	150±10
A 16	4,60	140±20	170±15	190±10	120±20	155±15	175±10
A 8	3,63	155±20	190±15	210±10	150±20	185±15	205±10
B 63	4,92	135±15	160±10	180±10	115±15	145±10	165±10
B 32	4,20	140±20	175±15	195±10	130±20	165±15	185±10
B 16	3,66	150±20	185±15	205±10	140±20	180±15	200±10
B 8	2,90	175±20	205±15	225±10	170±20	200±5	220±10
C 63	3,73	145±20	180±15	200±10	135±20	175±15	190±10
C 32	3,30	165±20	200±15	220±10	160±20	195±15	215±10
C 16	2,75	185±20	215±15	235±10	175±20	205±15	225±10
C 8	2,27	200±20	230±15	250±10	185±20	215±15	235±10

Eltérés az európai és a magyar szitavizsgálat között

MSZ EN 933-1	MSZ 18288-1
A mintát ki kell szárítani, azután a 0,063 mm nyílású szita felett meg kell mosni, majd meg kell szárítani, hagyni kell lehűlni, és ezt követően kell a szitálást elvégezni.	• Száraz vizsgálathoz légszáraz vagy kiszárított, de meg nem mosott anyag szükséges. • Vizes vizsgálathoz légszáraz, de ki nem szárított vizsgálati anyag szükséges. Vizes vizsgálat közben az anyagot folyamatos víz-sugárral kell mosni.

MSZ EN 933-1	MSZ 18288-1
A mosóvízzel eltávozott finomrész mennyiségét a mosás előtti és utáni tömegmérésből ki kell számítani, és hozzá kell adni a szitáláskor a 0,063 mm nyílású szitán áthullott anyaghoz.	A 0,063 mm alatti finomrészt a felfogott mosózagyból beszárítással ki kell nyerni, és mennyiségét meg kell határozni.

MSZ EN 13043:2003 adalékanyag szabvány

5. táblázat A finomszem tartalom megengedett értéke szerinti osztályok

Kőanyaghalmaz	A 0,063 mm-es szitán áthullott anyag tömegszázaléka	Osztály *f*
Durva	≤ 0,5	$f_{0,5}$
	≤ 1	f_1
	≤ 2	f_2
	≤ 4	f_4
	> 4	$f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Finom	≤ 3	f_3
	≤ 10	f_{10}
	≤ 16	f_{16}
	≤ 22	f_{22}
	> 22	$f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}

Kőanyaghalmaz	0,063 mm szitán áthullott tömegszázalék	Osztály *f*
Durva kőanyaghalmaz	≤ 1,5 ≤ 4 > 4	$f_{1,5}$ f_4 $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Természetes szemmegoszlású 0/8 mm-es kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 10 ≤ 16 > 16	f_3 f_{10} f_{16} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Nyújtott kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 11 > 11	f_3 f_{11} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Finom kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 10 ≤ 16 ≤ 22 > 22	f_3 f_{10} f_{16} f_{22} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}

MSZ EN 12620:2002+ A1:2008 Beton-adalékanyag 11. táblázat: A finomszem tartalom megengedett értéke szerinti osztályok

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány
D melléklete (előírás)

Finom szemek értékelése

A finomszem tartalom ártalmatlannak tekinthető, ha a következő négy feltétel bármelyike teljesül.

a) a kőanyaghalmaz finomszem tartalma kisebb mint 3 tömeg% vagy más, a felhasználási helyen érvényes előírás szerinti érték;

b) az MSZ EN 933-8:2000 szerint meghatározott homokegyenérték (*SE*) meghaladja a megadott alsó határt;

c) az EN MSZ 933-9:2009 szerint elvégzett metilénkék vizsgálat (MB) eredménye kisebb, mint a meghatározott határérték;

d) egyenértékű megfelelés áll fenn egy ismert, megelégedéssel alkalmazott kőanyaghalmazzal, vagy bizonyított a kőanyaghalmaz problémamentes, sikeres alkalmazása.

A 0/2 frakción a homokegyenérték és a metilén kék vizsgálat megfelelőségi követelményeit általában 90% valószínűséggel kell megadni.

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány D melléklete

MEGJEGYZÉS: A homokegyenértékre (SE) és a metilénkék-értékre (MB) pontos, minden országra kiterjesztett határértékeket nem lehet rögzíteni mindaddig, amíg további bizonyíték nincs a vizsgálati módszerek alkalmazására a finom kőanyaghalmazok esetén Európa egyes területein. A határértékeket és az osztályokat a helyi, megelégedéssel alkalmazott anyagokon, a meglévő előírások alapján szerzett gyakorlati tapasztalatok alapján kell felállítani a kőanyaghalmazok alkalmazási helyén.

4.1.3. Metilénkék vizsgálat

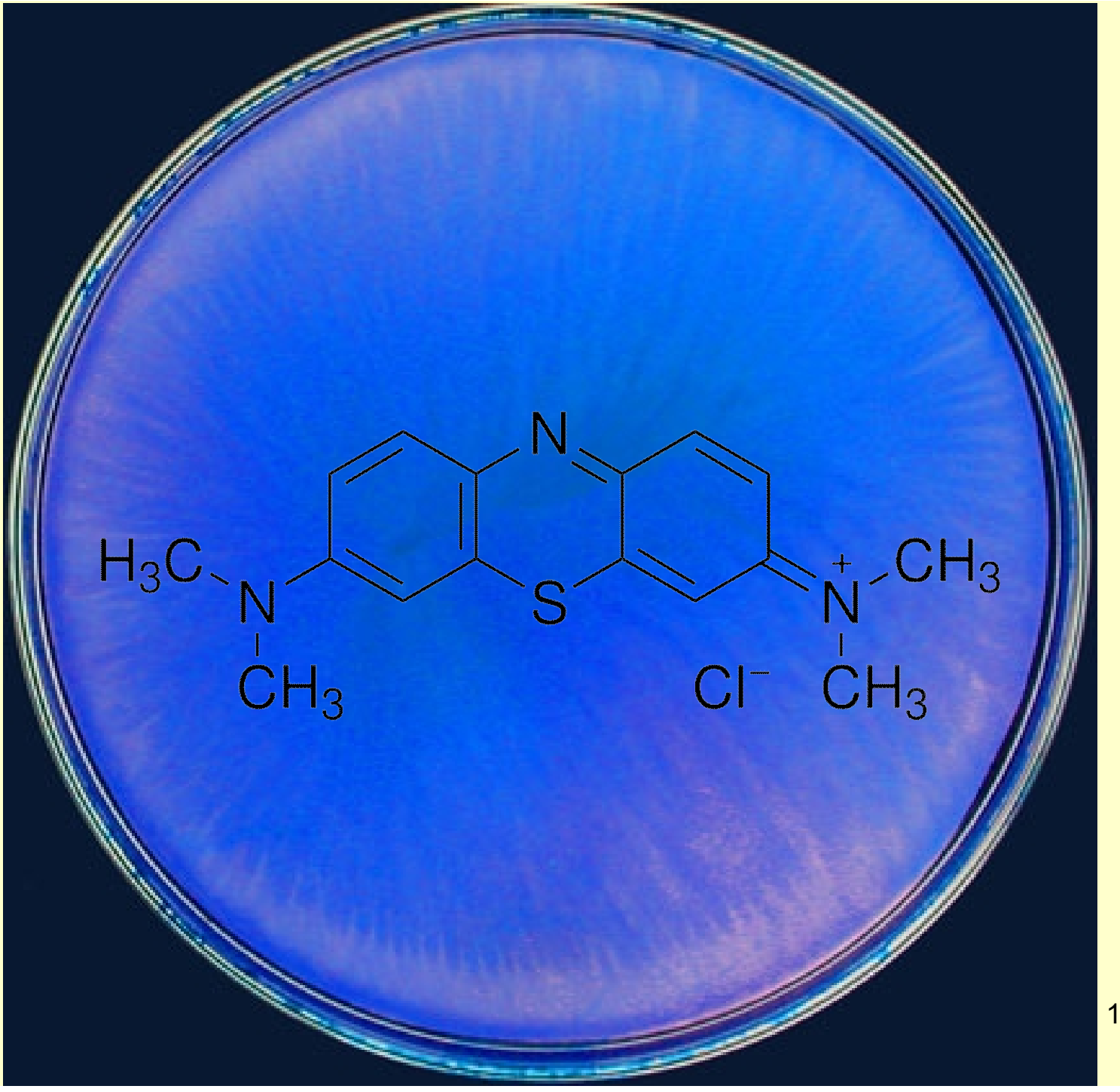
Ha finom kőanyaghalmaznak minősülő (D ≤ 2 mm) termék estében, továbbá a D ≤ 8 mm szemnagyságú nyújtott frakciós termékek esetében az MSZ EN 933-1 vizsgálat szerint 0,063 mm-es szita használatával a *„finomszem tartalom”* 3-10 tömeg % közé esik, akkor a káros agyagok jelenlétének megállapítására (például egyes agyagásvány típusok duzzadási hajlama miatt) az MSZ EN 933-9 szerinti vizsgálatot el kell végezni, e vizsgálat eredményét meg kell adni.

5. MEGFELELŐSÉG ÉRTÉKELÉSE

Az üzemi gyártásellenőrzés körébe vonatkozó egyes tulajdonságok vizsgálatait a Gyártónak az alábbi gyakoriságokkal kell elvégezni:

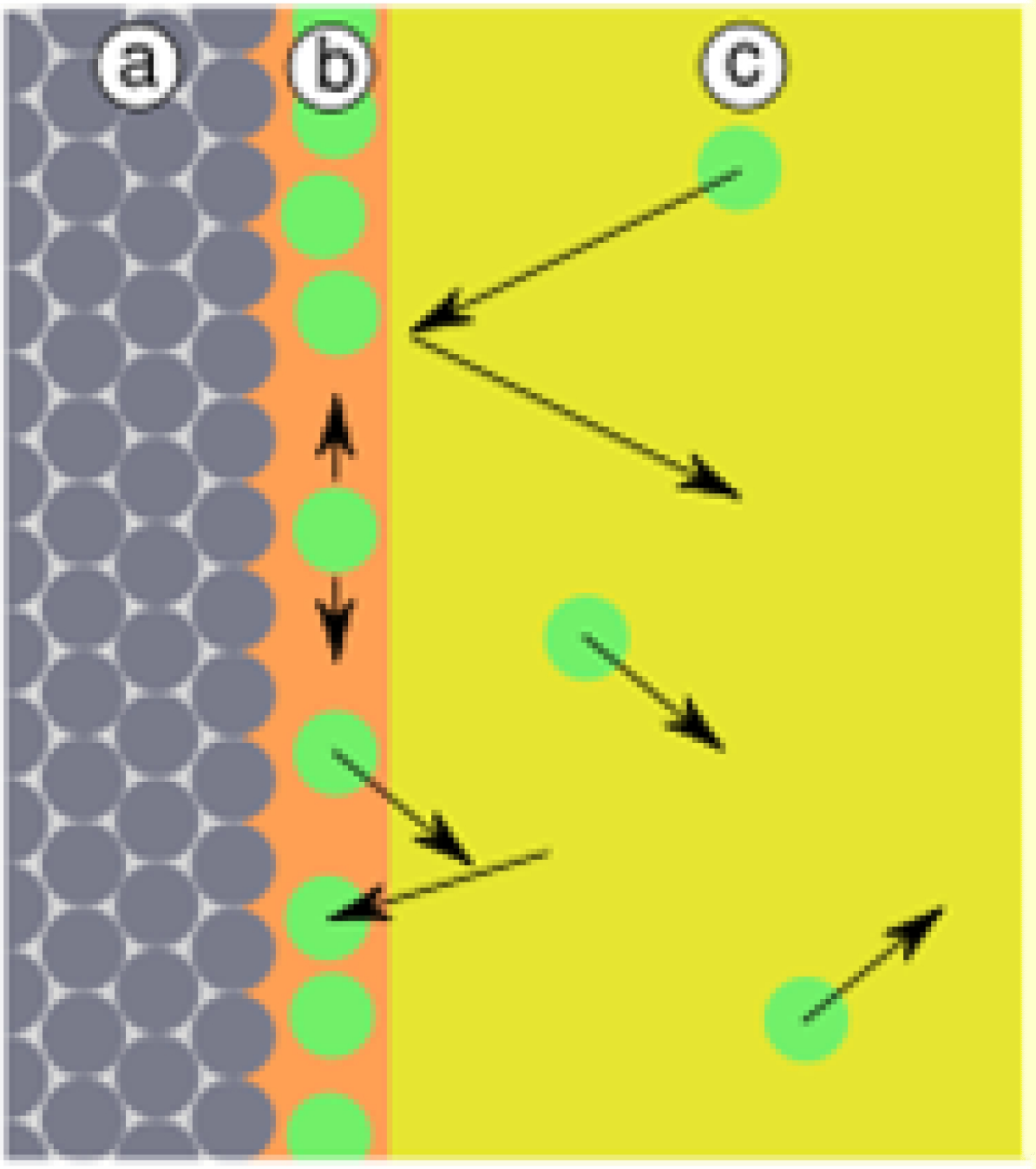
- **„finomszem tartalom”, szükség esetén „finom szemek minősége” (metilénkék érték) hetente legalább 1 alkalommal**
- **„finom szemek minősége” (metilénkék érték) évente legalább 2 alkalommal (tehát akkor is, ha szitavizsgálat eredménye nem teszi szükségessé)**

METILÉNKÉK



A metilénkéket (amely a festék- és gyógyszeripar fontos anyaga) a geológiában a kőzetek agyagásvány tartalmának meghatározására használják mert pl. a legjelentősebb agyagásvány, a montmorillonit felületén adszorbeálódik (lekötődik).

Montmorillonit
$(Al_2[(OH)_2/Si_4O_{10}]\bullet nH_2O)$



Az *adszorpció* általában fizikai folyamat (fizikai adszorpció), amelynek során molekulák egy másik anyag felületéhez tapadnak.

a) adszorbens

b) adszorbeált molekula

c) szabad molekula

MSZ EN 933-9:2009 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata

9. rész: A finomszemtartalom meghatározása.

Metilénkék módszer

A módszer elve

A vizsgálati adag vizes szuszpenziójához folyamatosan kis mennyiségben (10 ± 0,1) g/liter koncentrációjú metilénkék-oldatot adagolunk. A festékoldat adszorpcióját a vizsgálati adag felületén minden egyes adagolás után szűrőpapíron végzett foltvizsgálattal ellenőrizzük, hogy kimutassuk a szabad festék jelenlétét.

Ha a szabad festék jelenlétéről meggyőződtünk, a metilénkék-értéket (MB vagy MB_F) mint az adszorbeált festék grammnyi mennyiségének a vizsgált szemnagysági osztály 1 kilogrammjára vonatkoztatott értékét fejezzük ki:

$$\text{MB} \quad \text{vagy} \quad \text{MB}_F = \frac{V_1}{M_1} \cdot 10 \quad [\text{g/kg}]$$ **ahol**

- V_1 **a festékanyag-oldat azon teljes térfogata ml-ben, amely az 5 percig megmaradó festék gyűrű létrehozásához szükséges;**
- M_1 **a vizsgálati adag tömege g-ban.**

A vizsgálati adag szemnagysága 0-2 mm (MB), vagy 0-0,125 mm (MB_F).

MSZ EN 933-8:2000 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata

8. rész: A finomszemtartalom meghatározása.

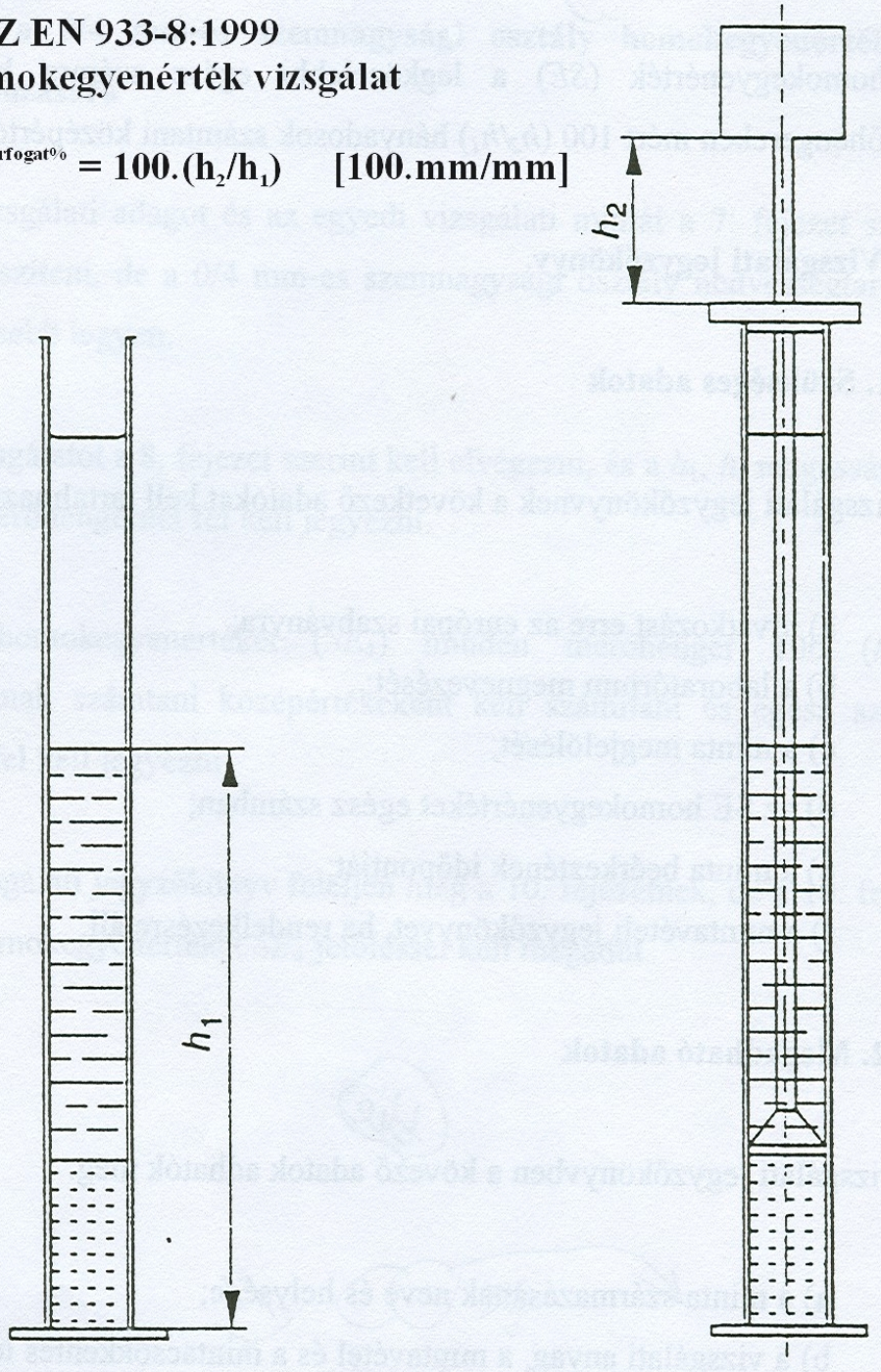
Homokegyenérték módszer

A módszer elve

Egy vizsgálati adagnyi 0-2 mm szemnagyságú homokot, valamint csekély pelyhesítőszert mérőhengerbe kell önteni és össze kell rázni a homokszemekre tapadó agyagrészek eltávolítására. A homokot ezután további pelyhesítőszer hozzáadásával át kell mosni, amikor is a finomszemek szuszpenzióba kerülnek. A pelyhesítőszer kalcium-klorid, glicerin és formaldehid-oldat desztillált vizes oldata.

MSZ EN 933-8:1999
Homokegyenérték vizsgálat

$SE^{térfogat\%} = 100.(h_2/h_1)$ [100.mm/mm]



20 perc után a hengerbe óvatosan be kell ereszteni a mérődugattyút, és meg kell határozni a leülepedett alsó réteg magasságát (h_2), amelyet az anyag teljes magasságára (h_1) kell vonatkoztatni, és térfogatszázalékban kell kifejezni (SE).
Ezt nevezzük homokegyenértéknek.

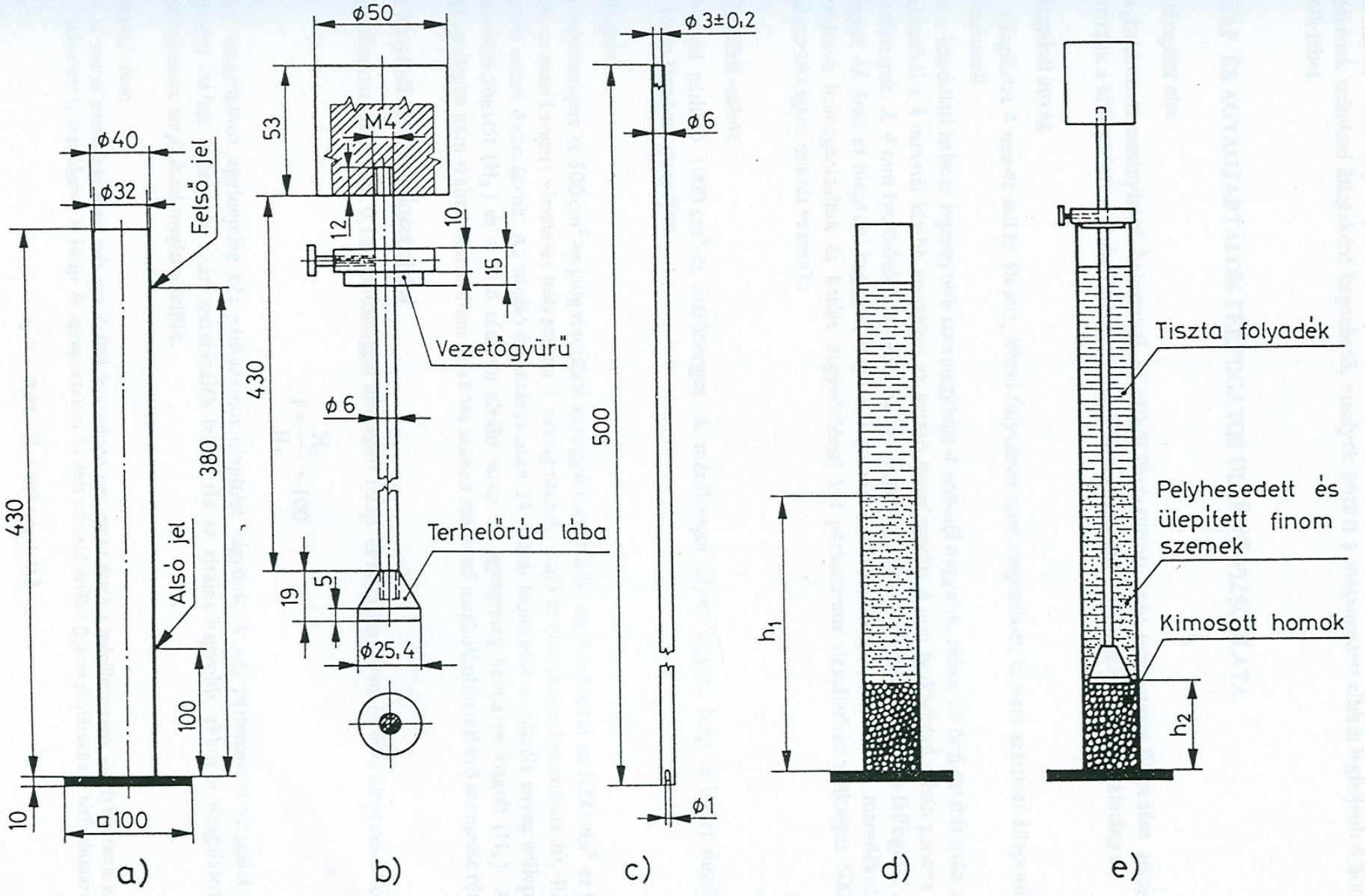
MSZ 18288-2:1984 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel 8. Homokegyenérték meghatározása

Vizsgált anyag szemnagysága: 0-2 mm.

Homokegyenérték: $HE = 100.h_2/h_1$ ahol

h_1 a zagy felső szintje mm-ben;

h_2 a szemhalmaz felső szintje mm-ben.

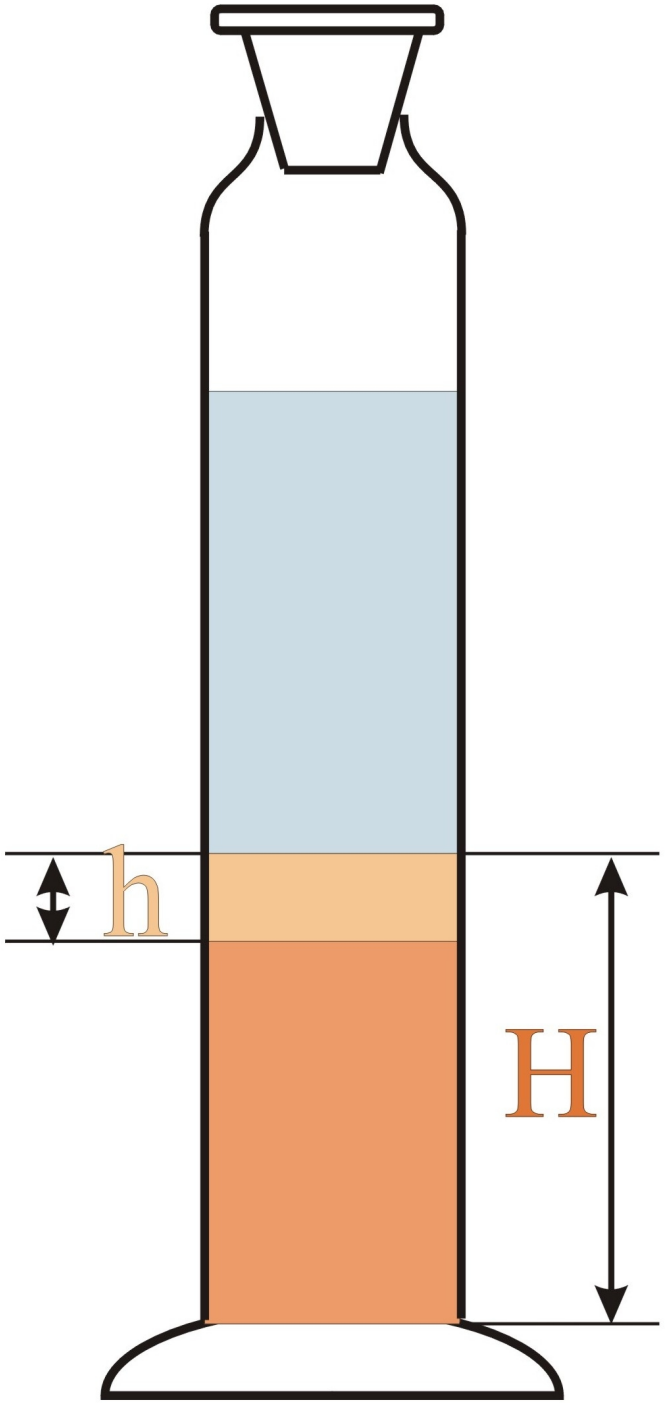

ϕ40
ϕ32
Felső jel
430
380
Alsó jel
100
10
□100
a)
ϕ50
53
M4
12
10
15
Vezetőgyürü
430
ϕ6
Terhelőrúd lába
19
5
ϕ25,4
b)
ϕ 3±0,2
ϕ6
500
ϕ1
c)
h1
d)
Tiszta folyadék
Pelyhesedett és ülepített finom szemek
Kimosott homok
h2
e)

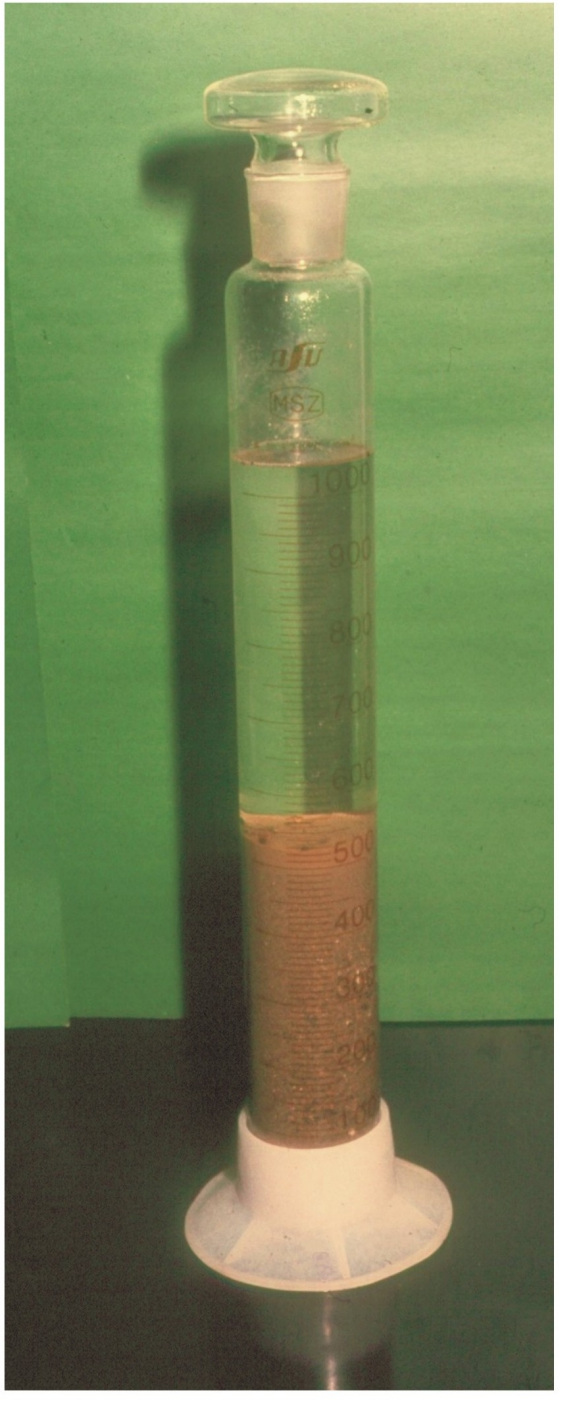
MSZ 18288-2:1984 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel

9. Iszap- és agyagtartalom térfogatos ülepítő vizsgálata

Vizsgálati anyag szemnagysága: 0-4 mm.

A vizsgálati anyaggal az 500 ml jelig és ivóvízzel az 1000 ml jelig feltöltött mérőhengert vízszintesen a feltöltés után, majd 20, 40 és 60 perc múlva ismét fel kell rázni. Az utolsó összerázás után 24 órával le kell olvasni a *h* és *H* térfogatokat, és ki kell számítani az AI = 100.h/H [térfogat%] értéket.





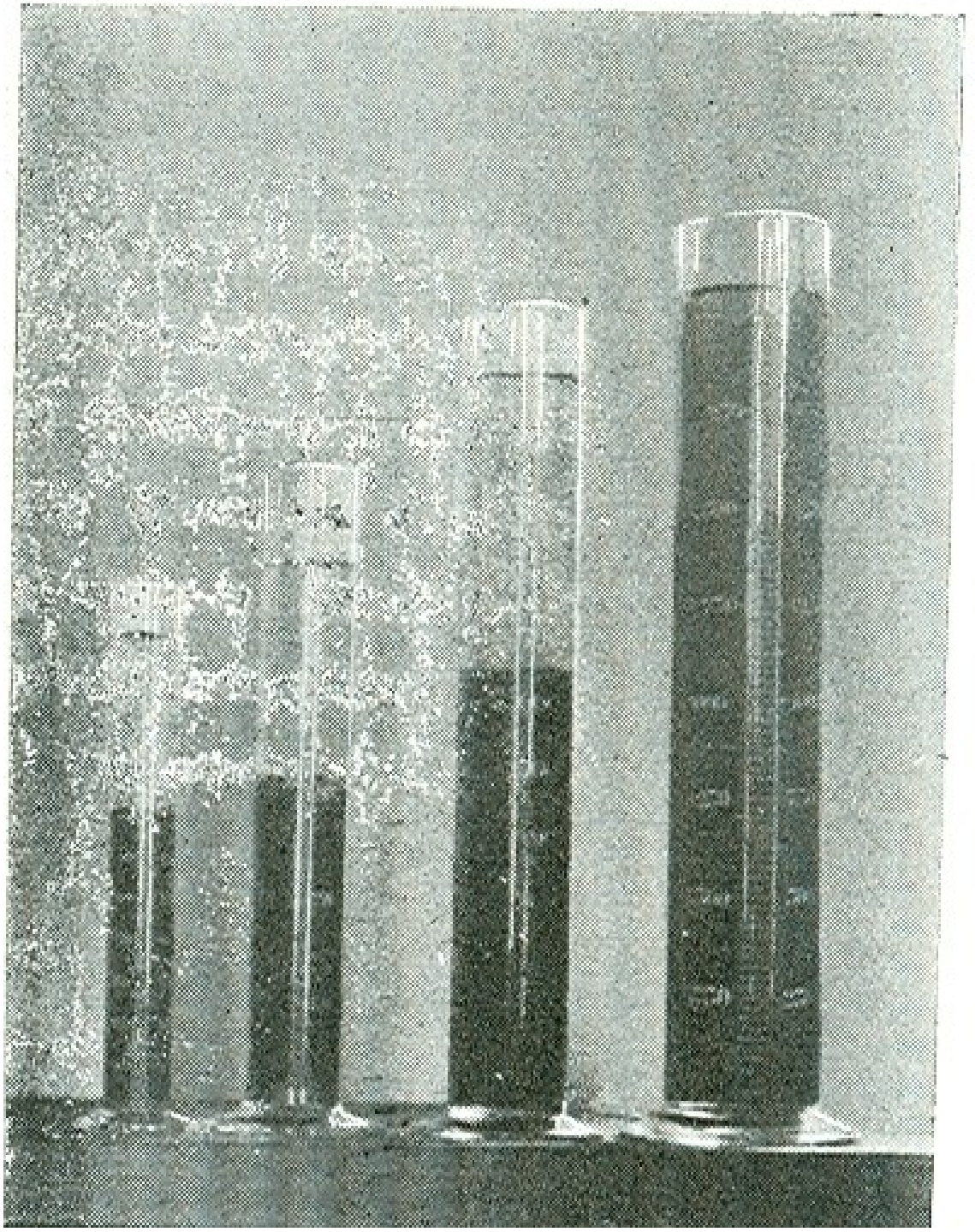
Az <u>agyag</u> 0,002 mm-nél kisebb, az <u>iszap</u> 0,02 - 0,002 mm közötti szemnagyságú üledékes kőzet.

***Stokes* törvényéből:**

$$v \sim 37060 * r^2$$

Az MSZ 18288-2:1984 szabvány 9. fejezet és az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint térfogatos ülepítő vizsgálattal meghatározott agyag-iszaptartalom határértékei

Minőségi osztály jele	Agyag- és iszaptartalom térfogat%	Alkalmazási terület, legfeljebb
P	$f \leq 3$	Feszített vasbeton és C 30/37 nyomószilárdsági osztály feletti vasbeton
Q	$3 < f \leq 6$	C 30/37 nyomószilárdsági osztályú és annál gyengébb vasbeton, cementhabarcs
R	$6 < f \leq 10$	Beton, mészhabarcs
S	$10 < f \leq 20$	Feltöltés, ágyazat



Az agyag- és iszaptartalom mérése mérőhengerben régi módszer.

A fénykép forrása: *Lampl Húgó* és *Sajó Elemér* „A BETON” c. 1914-ben kiadott könyvének 19. képe

Köszönöm a szíves figyelmüket…

Kérem tekintsék meg az „Adalékanyagok szemalakjának jellemzése” című előadás diaképeit is.

'06 06 14